



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AMBIENTE, TECNOLOGIA E  
SOCIEDADE  
MESTRADO EM AMBIENTE, TECNOLOGIA E SOCIEDADE

RENATA CRISTINA BORGES DA SILVA MACEDO

CARACTERIZAÇÃO DE FILMES À BASE DE ALGINATO DE SÓDIO E  
CLORETO DE CÁLCIO E SUA UTILIZAÇÃO NA COMPOSIÇÃO DE COBERTURAS  
COMESTÍVEIS DE QUEIJO COALHO

MOSSORÓ

2020

RENATA CRISTINA BORGES DA SILVA MACEDO

**CARACTERIZAÇÃO DE FILMES À BASE DE ALGINATO DE SÓDIO E  
CLORETO DE CÁLCIO E SUA UTILIZAÇÃO NA COMPOSIÇÃO DE  
COBERTURAS COMESTÍVEIS DE QUEIJO COALHO**

Dissertação apresentada ao Mestrado em Ambiente, Tecnologia e Sociedade do Programa de Pós-Graduação em Ambiente, Tecnologia e Sociedade da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Mestre em Ambiente, Tecnologia e Sociedade.

Linha de Pesquisa: Tecnologias Sustentáveis e Recursos Naturais do Semi-Árido.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dra. Karoline Mikaelle de Paiva Soares – UFERSA.

Co-orientador: Prof. Dr. Ricardo Henrique de Lima Leite – UFERSA.

MOSSORÓ

2020

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei n° 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei n° 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

M141c Macedo, Renata Cristina Borges da Silva.  
Caracterização de filmes à base de alginato de sódio e cloreto de cálcio e sua utilização na composição de coberturas comestíveis de queijo coalho / Renata Cristina Borges da Silva Macedo. - 2020.  
56 f. : il.

Orientadora: Karoline Mikaelle de Paiva Soares Soares.

Coorientadora: Ricardo Henrique de Lima Leite Leite.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em Ambiente, Tecnologia e Sociedade, 2020.

1. Filmes biodegradáveis. 2. Bioconservação. 3. Tecnologia de alimentos. 4. Laticínio. I. Soares, Karoline Mikaelle de Paiva Soares, orient. II.

Leite, Ricardo Henrique de Lima Leite, co-orient. III. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

RENATA CRISTINA BORGES DA SILVA MACEDO

**CARACTERIZAÇÃO DE FILMES À BASE DE ALGINATO DE SÓDIO E  
CLORETO DE CÁLCIO E SUA UTILIZAÇÃO NA COMPOSIÇÃO DE  
COBERTURAS COMESTÍVEIS DE QUEIJO COALHO**

Dissertação apresentada ao Mestrado em Ambiente, Tecnologia e Sociedade do Programa de Pós-Graduação em Ambiente, Tecnologia e Sociedade da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Mestre em Ambiente, Tecnologia e Sociedade.

Linha de Pesquisa: Tecnologias Sustentáveis e Recursos Naturais do Semi-Árido.

Defendida em: 29/10/2020.

**BANCA EXAMINADORA**

*Karoline Mikaelle de Paiva Soares*

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Karoline Mikaelle de Paiva Soares – UFERSA  
Presidente da banca e orientadora

*RHL*

---

Prof. Dr. Ricardo Henrique de Lima Leite – UFERSA  
Membro interno ao Programa e co-orientador

*Ana Carla Diógenes S. Bezerra*

---

Prof. Dr.<sup>a</sup> Ana Carla Diógenes Suassuna Bezerra  
Membro interno à Instituição

*Elika Suzianny de Sousa*

---

Prof. Dr.<sup>a</sup> Elika Suzianny de Sousa  
Membro externo à Instituição

*Dedico à minha família este trabalho,  
em especial às três mulheres da minha  
vida: Lara Sophia, Leodenice Borges e  
Maria (Luíza) Borges.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela força, coragem e que sempre esteve comigo nos momentos em que eu pensei em desistir;

À minha mãe, Leodenice Borges, e minha avó, Maria (Luíza) Borges, que sempre me amaram, cuidaram, deram educação e estiveram comigo durante todas as fases da minha vida, obrigada por existirem e serem essas mulheres tão maravilhosas que eu tanto amo!

Ao fruto de todo o meu amor, dedicação e àquela que faz eu me superar e tentar ser uma pessoa melhor todos os dias, minha filha, meu amor, Lara Sophia Borges de Moraes, a minha versão em forma de miniatura e que é a pessoa a quem eu dedico todo o meu cuidado, carinho e atenção... Eu sou uma pessoa melhor hoje porque você existe! Te amo ao infinito!

À Maykol Moraes, que sempre esteve comigo nos momentos bons e ruins, que me acompanhou durante todo o tempo e que sempre se fez presente, obrigada por tudo!

Aos meus irmãos, João Pedro e João Gabriel, duas crianças iluminadas que fazem a nossa família mais feliz todos os dias;

À minha querida orientadora Karoline Soares, uma pessoa iluminada que sempre acreditou em mim até mesmo quando eu não achava que seria capaz de fazer tantas coisas! Não tenho palavras para agradecer por tanta confiança e oportunidades a mim direcionadas, você me ajudou a crescer pessoalmente e profissionalmente quando abriu as portas do laboratório para mim... Muito obrigada por tudo Karol!

Ao professor Vilson pela paciência e contribuições ao longo do mestrado;

Ao meu co-orientador Ricardo Leite, sempre tão atencioso, obrigada por toda ajuda e disponibilidade;

Aos meus amigos de laboratório Lucas Rabelo, Paulo Filho, Jeliel Lemos, Lidiane Mendonça, Bárbara Camila, obrigada pelos cafés da tarde, por todas as risadas na copa do prédio e por todo o auxílio prestado nas atividades laboratoriais;

Ao técnico Zé (José Aldenor) que sempre se fez presente em todas as atividades dando suas contribuições de forma leve e dedicada;

Agradeço em especial aos meus amigos Flávio Santana e Leônia Régia, vocês são pessoas maravilhosas e que eu tenho um carinho muitíssimo especial por vocês! Obrigada por toda ajuda e por estarem comigo nos momentos mais difíceis da caminhada acadêmica! Obrigada pelo apoio, pela ajuda, por serem quem vocês são... Sentirei falta de toda a rotina com vocês!

À Cristhian, que me acompanhou nos dias difíceis e que torna tudo mais leve, tranquilo e feliz, muito obrigada por tudo!

Agradeço à Nathally Nogueira e Nicolás Araújo por todo auxílio prestado e por toda disponibilidade em ajudar;

À UFERSA, ao Programa de Pós-graduação em Ambiente, Tecnologia e Sociedade e a todos os professores desta instituição que tornaram possível a consolidação dos conhecimentos transmitidos;

Aos membros da banca Examinadora, pois suas contribuições me ajudaram a melhorar a pesquisa;

À minha amiga Cristina Rebouças, que esteve comigo desde o início dividindo os momentos bons e ruins, fazendo com que a caminhada fosse mais leve e prazerosa... Você sempre será uma inspiração para mim quando eu falar sobre determinação, pontualidade e compromisso com o trabalho;

Aos meus amigos do mestrado Valéria, Anyelly, Hiálison, Mayara, Rafaelly, Suzane, Waleska, Júnior e Janaína, obrigada pelo companheirismo, amizade e risadas juntos!

## RESUMO

A utilização de plásticos biodegradáveis para a elaboração de embalagens de alimentos tem se tornado uma tendência cada vez mais abordada no meio científico, tendo em vista diversos benefícios ambientais associados ao uso destas. Assim, a utilização de coberturas comestíveis de alginato de sódio em queijo de coalho surge como uma alternativa promissora na conservação deste produto, uma vez que a falta de padronização das boas práticas de fabricação junto às particularidades do produto faz deste um alimento de extrema perecibilidade. Os principais métodos de conservação de queijo coalho estão associados à utilização de polímeros sintéticos não biodegradáveis, acarretando em sérios problemas ambientais. Com o intuito de aumentar a vida de prateleira do queijo coalho utilizando-se de embalagens ecologicamente corretas, tem-se por objetivo avaliar a influência de filmes e coberturas comestíveis à base de alginato de sódio na conservação e vida de prateleira deste produto. Os filmes foram elaborados e caracterizados, com posterior aplicação em forma de cobertura comestível ao queijo coalho, avaliando-se os tratamentos (CO, 3AS, 3AC, 4AS, 4AC) em intervalos de três a nove dias de análise. Foram realizadas avaliações físico-químicas e microbiológicas. O delineamento experimental foi feito de forma inteiramente casualizada com cinco repetições e as avaliações microbiológicas e físico-químicas foram analisadas com o teste de análise de variância (ANOVA) e o teste de Tukey ao nível de 5% de significância. Com os testes de caracterização das coberturas comestíveis pôde-se observar que os resultados mostraram semelhança significativa em relação ao controle quanto à luminosidade e estatisticamente diferentes para os parâmetros de espessura, permeabilidade ao vapor de água (PVA), cromaticidade a\*, cromaticidade b\* e opacidade. Coberturas comestíveis foram eficientes na conservação da perda de massa do queijo coalho aos nove dias de armazenamento refrigerado. Não foram observadas diferenças significativas para as análises de pH, acidez, cromaticidade a\* e cromaticidade b\*. A luminosidade apresentou diferença significativa para as coberturas 3AC e 4AC, diminuindo a incidência de luz nos queijos. Bolores e leveduras e bactérias aeróbias mesófilas não foram afetados pela aplicação das coberturas comestíveis. Coberturas comestíveis de alginato de sódio se mostraram promissoras na manutenção dos padrões qualitativos do queijo coalho durante nove dias de armazenamento refrigerado.

**Palavras-chave:** Filmes biodegradáveis. Bioconservação. Tecnologia de alimentos. Laticínio.

## ABSTRACT

The use of biodegradable plastics for the preparation of food packaging has become a trend that is increasingly addressed in the scientific community, in view of the various environmental benefits associated with its use. Thus, the use of edible sodium alginate coatings in rennet cheese appears as a promising alternative in the preservation of this product, since the lack of standardization of good manufacturing practices along with the particularities of the product makes it an extremely perishable food. The main methods of preserving rennet cheese are associated with the use of non-biodegradable synthetic polymers, resulting in serious environmental problems. In order to increase the shelf life of rennet cheese using environmentally friendly packaging, the objective is to evaluate the influence of edible films and edible toppings based on sodium alginate on the conservation and shelf life of this product. The films were elaborated and characterized, with subsequent application in the form of edible cover to rennet cheese, evaluating the treatments (CO, 3AS, 3AC, 4AS, 4AC) at intervals of three to nine days of analysis. Physical-chemical and microbiological evaluations were carried out. The experimental design was completely randomized with five replications and the microbiological and physical-chemical evaluations were analyzed using the analysis of variance test (ANOVA) and the Tukey test at the level of 5% of significance. With the edible characterization tests, it was observed that the results showed significant similarity in relation to the control in terms of luminosity and statistically different for the parameters of thickness, water vapor permeability (PVA), chromaticity a \*, chromaticity b \* and opacity. Edible toppings were efficient in conserving the mass loss of rennet cheese after nine days of cold storage. No significant differences were observed for the analysis of pH, acidity, chromaticity a \* and chromaticity b \*. The brightness showed a significant difference for the 3AC and 4AC coatings, reducing the incidence of light in the cheeses. Molds and yeasts and aerobic mesophilic bacteria were not affected by the application of edible coatings. Edible toppings of sodium alginate have shown promise in maintaining the qualitative standards of rennet cheese during nine days of cold storage.

**Keywords:** Biodegradable films. Bioconservation. Food Technology. Dairy.

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO 1

- Figura 1. Processo de corte da coalhada durante a fabricação de queijo coalho .....20
- Figura 2. Placa de Petri com crescimento microbiano de bactérias aeróbias mesófilas em meio *Plate Count Agar* (PCA) .....22
- Figura 3. Placa de Petri com crescimento de bolores e leveduras sob o meio Batata Dextrose Ágar (BDA) .....23
- Figura 4. Placas de acrílico contendo formulações à base de alginato de sódio em diferentes concentrações para formação de filmes biodegradáveis .....25

### CAPÍTULO 2

- Figura 1. Queijo coalho obtido após o processo de fabricação .....33
- Figura 2. Discos de filmes de alginato de sódio 3AS (alginato de sódio a 3% sem reticulação), 3AC (alginato de sódio a 3% com reticulação), 4AS (alginato de sódio a 4% sem reticulação) e 4AC (alginato de sódio a 4% com reticulação) .....37
- Figura 3. Representação visual do queijo coalho revestido com coberturas comestíveis de alginato de sódio em relação ao grupo controle após nove dias de estocagem refrigerada .....39

## LISTA DE GRÁFICOS

### CAPÍTULO 2

- Gráfico 1. Avaliação da perda de massa (%) em queijo coalho com diferentes coberturas de alginato de sódio durante nove dias de armazenamento sob estocagem refrigerada .....40
- Gráfico 2. Avaliação da média de umidade (%) em queijo coalho com diferentes coberturas de alginato de sódio durante nove dias de armazenamento sob estocagem refrigerada .....41
- Gráfico 3. Avaliação das médias de pH (A) e acidez titulável (B) em queijo coalho com diferentes coberturas de alginato de sódio durante nove dias de armazenamento sob estocagem refrigerada .....42
- Gráfico 4. Avaliação das médias da coordenada/cromaticidade  $a^*$  (A) e a coordenada/cromaticidade  $b^*$  (B) em queijo coalho com diferentes coberturas de alginato de sódio durante nove dias de armazenamento sob estocagem refrigerada .....43
- Gráfico 5. Avaliação das médias da luminosidade em queijo coalho com diferentes coberturas de alginato de sódio durante nove dias de armazenamento sob estocagem refrigerada .....44
- Gráfico 6. Médias obtidas nas análises referentes ao comportamento microbiano de bolores e leveduras (A) e bactérias mesófilas (B) em queijos de coalho submetidos a tratamentos com coberturas comestíveis de alginato de sódio durante nove dias de armazenamento refrigerado a  $7\pm 1^\circ\text{C}$  .....45

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 2

Tabela 1. Composições das coberturas comestíveis de alginato de sódio para revestir o queijo coalho .....30

Tabela 2. Valores de média e desvio padrão dos obtidos após a caracterização dos filmes de alginato de sódio .....37

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABIQ	Associação Brasileira das Indústrias de Queijo
ANOVA	Análise de variância
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
APHA	<i>American Public Health Association</i>
AT	Acidez Titulável
BDA	Batata Dextrose Ágar
BOD	Biochemical <i>Oxygen Demand</i>
DMS	Diferença Mínima Significativa
DTA	Doença Transmitida por Alimentos
HTST	<i>High Temperature and Short Time</i>
LABA	Laboratório de Biotecnologia de Alimentos
NUTESA	Núcleo de Geração e Transferência de Tecnologia em Produção do Semiárido
OPB	Opacidade do filme contra fundo preto
OPW	Opacidade do filme contra fundo branco.
PCA	<i>Plate Count Agar</i>
PVA	Pressão de vapor de água
TPVA	Taxa de Permeabilidade ao vapor de água
3AS	Alginato de sódio a 3% sem reticulação
3AC	Alginato de sódio a 3% com reticulação
4AS	Alginato de sódio a 4% sem reticulação
4AC	Alginato de sódio a 4% com reticulação

## SUMÁRIO

<b>1. CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS .....</b>	<b>15</b>
1.1 INTRODUÇÃO .....	16
1.2 REVISÃO DE LITERATURA .....	18
1.2.1 Queijo: características gerais .....	18
1.2.2 Queijo coalho .....	19
1.2.3 Micro-organismos deteriorantes e patogênicos em queijos .....	20
1.2.4 Filmes e coberturas comestíveis .....	23
1.2.5 Alginato de sódio .....	24
<b>2. CAPÍTULO 2: ARTIGO CIENTÍFICO - ALGINATO DE SÓDIO NA ELABORAÇÃO DE COBERTURAS COMESTÍVEIS PARA QUEIJO TIPO COALHO E SUA INFLUÊNCIA NAS CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE.....</b>	<b>27</b>
<b>3. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>52</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>53</b>

**1. CAPÍTULO 1**  
**CONSIDERAÇÕES GERAIS**

## 1.1 INTRODUÇÃO

O queijo coalho é um alimento de origem animal amplamente comercializado no Brasil e que possui alto valor nutricional e biológico, rico em cálcio, vitaminas, fósforo, zinco, entre outros compostos, tendo expressivo impacto social e econômico nos estados do Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco e Ceará (NASSU; MACEDO; LIMA, 2006; FREITAS FILHO et al., 2009). É um produto típico da região do Nordeste do Brasil, aos quais as técnicas de produção estão associadas às tradições e caracterizadas de acordo com os que o produzem (SOUSA et al., 2014). Estima-se que aproximadamente 85% da produção de queijo de coalho se dê através do uso de matéria-prima não cozida, resultando em um produto que não atende às diretrizes higiênico-sanitárias em vigor, além de ser um alimento altamente manipulado durante todo o processamento, o que pode ocasionar em doenças para a população e conseqüentemente se tornar um problema de saúde pública (BARROS et al., 2019).

Existe uma crescente necessidade da diversificação de materiais utilizados para a elaboração de embalagens, uma vez que, o desenvolvimento tecnológico pode proporcionar boas perspectivas ao consumidor quanto à saúde, disponibilidade do produto, segurança alimentar, bem como visibilidade para as questões relacionadas ao ambiente (SIMAN FILHO; SANFELICE, 2019).

Os principais métodos de conservação estão relacionados com o emprego de temperaturas refrigeradas e o uso de embalagens e conservantes oriundos de produtos químicos. De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) entende-se por embalagem todo objeto que esteja em contato direto com o alimento, desde o à fabricação até a entrega final ao consumidor, com o intuito de armazená-lo, contê-lo de agentes externos e protegê-lo de possíveis contaminações, adulterações e alterações alimentares (BRASIL, 2001). Os filmes e coberturas comestíveis derivados de polímeros naturais tem se tornado cada vez mais presentes na comunidade científica, podendo destacar os polímeros derivados de polissacarídeos, sendo estes facilmente adquiridos e geralmente provenientes de vegetais ou algas marinhas (MORETTO et al., 2008), como é o caso do alginato (SHIGEMATSU et al., 2018).

O alginato é um polissacarídeo oriundo de algas pardas, que pode ser empregado na fabricação de filmes, onde apresenta alta capacidade de retenção de água, boa estabilidade quanto à funcionalidade de suas propriedades, além da formação de filmes resistentes decorrentes do seu alto peso molecular e estrutura linear (RINAUDO, 2008; MÜLLER; SANTOS; BRIGUDO, 2011). Estudos estão explorando a tecnologia de filmes e coberturas comestíveis elaboradas a partir do alginato de sódio, que pode ser aplicado para diversos fins

na indústria alimentícia (PAGANI et al., 2012; ETCHEPARE et al., 2015; DUARTE et al., 2018; SHIGEMATSU et al., 2018).

Por sua vez, o cloreto de cálcio é um dos principais agentes reticulantes utilizados com a finalidade de tornar o filme insolúvel e hidrofóbico, características não encontradas no alginato de sódio, além de conferir estabilidade a temperatura e resistência mecânica ao filme (MOREIRA et al.; 2019).

Diante do exposto, a pesquisa desenvolvida teve o objetivo de avaliar as características funcionais de filmes de alginato de sódio e cloreto de cálcio e sua influência como coberturas comestíveis na qualidade do queijo coalho.

## 1.2 REVISÃO DE LITERATURA

### 1.2.1 Queijo: características gerais

O leite é um alimento de grande importância para o homem em virtude dos seus valores nutricionais, como fonte de lipídios, vitaminas, minerais e carboidratos (MULINARI; ROSOLEN; ADAMI, 2017). Dentre os principais produtos derivados do leite, pode-se citar o queijo, alimento este elaborado com as mais diversas formulações e suas características sensoriais vai depender diretamente com o tipo de preparo e as metodologias utilizadas (MEDEIROS JÚNIOR et al., 2019). Segundo Ordóñez et al. (2005) o queijo pode ser definido como uma coalhada resultante da coagulação do leite de alguns mamíferos e que, para tal, é necessária a adição de enzimas coagulantes ou coalho e/ou pela ação de micro-organismos produtores de ácido lático presentes no leite ou adicionados intencionalmente a este.

De acordo com Malajovich (2012) todos os tipos de queijo passam por três etapas principais: a coagulação do leite, dessoramento e o processo de maturação, aos quais as variações durante a cadeia produtiva pode resultar em mais de 400 tipos diferentes de queijo, onde estas variações podem estar associadas ao tipo de leite (cabra, ovelha, vaca ou búfala), a umidade e a consistência (mole, semiduro, duro e muito duro) e o agente de coagulação (emprego do calor, enzimas e/ou bactérias lácticas). Geralmente utiliza-se leite de vaca para a produção de queijos, aos quais podem ser elaborados os mais diversificados produtos (ORDÓNEZ et al., 2005; ABIQ, 2019).

Após a escolha do leite de boa qualidade, poderá haver o processo de pasteurização, que constitui em um tratamento térmico com o intuito de destruir os micro-organismos patogênicos presentes no leite; dessa forma também, há a destruição de bactérias lácticas dispostas de modo natural na matéria-prima, sendo necessário adicionar bactérias lácticas para dar continuidade às etapas posteriores da produção do queijo. Essas bactérias utilizam-se do açúcar presente no leite (lactose) para suprir as necessidades metabólicas, fazendo com que haja a produção de ácido lático e, em decorrência do acúmulo desse ácido, a caseína (proteína principal do leite) coagula no seu ponto isoelétrico, em pH aproximado de 4,6, resultando em um gel gorduroso (ORDÓNEZ et al., 2005; DE PAULA; CARVALHO; FURTADO, 2009). A formação da coalhada poderá ser obtida tanto pela acidificação do ácido lático promovido pelas bactérias lácticas (coagulação láctica) quanto pela atividade do coalho (coagulação enzimática). O processo de corte da coalhada se dará em função do tipo de coagulação a ser utilizado, uma vez que a coagulação láctica promove queijos mais moles e a coagulação enzimática resulta em queijos

mais duros. A posteriori, as etapas de cocção e agitação contribuem para o dessoramento, onde ocorre a separação do soro do leite da massa resultante, à qual seguirá para o processo de moldagem (de acordo com cada fabricante), prensagem (para drenar o soro retido e compactar a massa), a salga (maximizar o sabor e impedir o crescimento de micro-organismos inconvenientes) e por fim, o processo de maturação, que vai depender diretamente das características físico-químicas inerentes de cada tipo de queijo (ORDÓNEZ et al., 2005).

### 1.2.2 Queijo coalho

O queijo de coalho é um produto obtido através da coagulação do leite com a utilização de enzimas e/ou coalho apropriados para este fim, com características de umidade entre média e alta, comercializado normalmente em cerca de 10 dias após o processo de fabricação (MEDEIROS JÚNIOR et al., 2019). Suas características principais estão associadas à resistência ao calor, sabor salgado e levemente ácido (SILVA et al., 2017). É um produto típico da região Nordeste do Brasil, constituindo notável fonte de renda para as famílias que o produzem de forma artesanal, sendo considerado um patrimônio imaterial brasileiro (QUEIROGA et al., 2013; FREITAS; TRAVASSOS; MACIEL, 2013; MEDEIROS JÚNIOR et al., 2019). De acordo com a Instrução Normativa nº 30, de 26 de junho de 2001 o queijo coalho é um alimento considerado com taxa de umidade entre média e alta e, possivelmente por essa característica, pode apresentar vida de prateleira relativamente curta, fazendo-se necessário desenvolver aplicações práticas que proporcionem o aumento da vida útil do produto e que preservem as qualidades inerentes do queijo (BRASIL, 2001; PAGANI et al., 2012).

Nassu, Macedo e Lima (2006) e Araújo e Pimentel (2017) apresentaram de forma sucinta como ocorre a elaboração de queijo coalho de maneira artesanal, podendo descrever como: Inicialmente, há a medição da quantidade ideal de leite para a produção do queijo, bem como a coagem da matéria-prima. Em seguida, será aferida a temperatura (em torno de 35°C), para que ocorra o processo de pasteurização do leite e, em seguida, a adição do coalho segundo às especificações de cada fabricante. A massa ficará em descanso por cerca de 40-60 minutos, onde haverá o corte da coalhada (Figura 1), seguida de homogeneização e pré-cozimento da massa. As etapas seguintes consistem no processo de salga (para incorporação do sabor), enformagem (de acordo com cada produtor) e prensagem do queijo.

Figura 1. Processo de corte da coalhada durante a fabricação de queijo coalho.



Fonte: Acervo próprio.

Apesar de ser um produto provedor da renda de diversos pequenos produtores, a elaboração do queijo de coalho não se dá de forma padronizada, podendo influenciar diretamente nas características organolépticas e propriedades qualitativas do produto final (SANTOS et al., 2020). É amplamente consumido em várias regiões do Brasil, em especial a região nordeste, e por muitas vezes o leite utilizado para a fabricação do produto se dá através de condições higiênico sanitárias insatisfatórias, onde esses fatores contribuem para a proliferação de micro-organismos, apresentando um risco em potencial para as chamadas doenças transmitidas por alimentos (DTA's) (SANTANA et al., 2008). Existem diversos problemas relacionados à qualidade do queijo, que podem estar associados ao alto nível de manipulação durante o processamento, a taxa de umidade elevado que pode favorecer o crescimento microbiano, deficiência das boas práticas de fabricação, inviabilizando assim o consumo do produto que, por sua vez, estará contaminado (SILVA et al., 2017).

### **1.2.3 Micro-organismos deteriorantes e patogênicos em queijos**

A deterioração alimentar consiste em um dos principais problemas enfrentados pela indústria de alimentos, ocasionando em perdas econômicas para os setores de produção, distribuição e consumidor final, sendo que o potencial de deterioração do alimento vai depender diretamente do seu valor nutricional e da água disponível deste (MADIGAN et al., 2010). No geral, os micro-organismos deteriorantes são qualificados predominantemente de acordo com as alterações do alimento ao qual foi afetado (como cor, odor, sabor e textura). Contudo, alguns

desses micro-organismos também são considerados patógenos, podendo ocasionar DTA'S, sendo assim um relevante problema de saúde pública (SANTOS et al., 2020).

Por ser um alimento de alto teor nutricional, pH com valores próximos à neutralidade e alta atividade de água, o leite possui condições satisfatórias para o crescimento de micro-organismos e a qualidade dos produtos derivados deste estará diretamente associada aos aspectos microbiológicos do mesmo (FRANCO; LANDGRAF, 2008).

No Brasil, estima-se que entre os anos de 2009 a 2018 houveram aproximadamente 6.800 surtos de DTA'S (quando duas ou mais pessoas apresentam sintomas parecidos após da ingestão de água e/ou alimentos provenientes da mesma localidade), com 16.332 de pessoas hospitalizadas, cerca de 99 óbitos e, dentre os alimentos associados aos surtos alimentares, 7,8% foram relacionados ao consumo de leite e seus derivados (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2019).

Sousa et al. (2014) avaliou 104 amostras de queijo de coalho comercializado em diversos estados do nordeste brasileiro, onde aproximadamente 96% estavam em desacordo com a ANVISA para *Staphylococcus coagulase positiva* (que preconiza valores limítrofes de até  $10^3$  UFC  $g^{-1}$ ), bem como 31% apresentavam resultados desfavoráveis quanto à contagem de coliformes termotolerantes.

Dentre os micro-organismos do gênero *Staphylococcus*, a espécie *Staphylococcus aureus* é comumente a mais associada às doenças, uma vez que esta bactéria produz enteroxinas que, caso sejam ingeridas juntamente com o alimento contaminado, pode resultar em distúrbios gastrointestinais acompanhados de náuseas, diarreia e vômitos (FRANCO; LANDGRAF, 2008; ANDRADE JÚNIOR et al., 2019).

As bactérias pertencentes ao grupo dos coliformes são os principais indicadores de condições higiênico-sanitárias dos alimentos, sendo *Escherichia coli* mais amplamente utilizada para detectar a contaminação fecal do produto, pois é um micro-organismo que compõe a microbiota intestinal tanto do homem como de animais de sangue quente (FRANCO; LANDGRAF, 2008). Apesar de a maioria das linhagens de *E. coli* serem não patogênicas, existem algumas destas podem apresentar patogenicidade em alimentos decorrentes da produção de toxinas, resultando em gastroenterites e infecções, sendo um dos agentes etiológicos responsáveis por 23,4% dos surtos alimentares entre os anos de 2009 a 2018 (MADIGAN et al., 2010; MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2019).

Santos et al. (2019) demonstrou contagens de coliformes termotolerantes acima do estipulado pela legislação em marcas de queijo coalho comercializados no estado de Alagoas, bem com a presença de *Salmonella* spp. em uma das marcas estudadas, fatores indesejáveis aos alimentos com risco de disseminação de DTA'S.

Estudos sobre a qualidade microbiológica de queijo coalho realizados por Bonfim et al. (2020) comercializados no estado da Bahia mostrou que 62,5% das amostras apresentaram resultados positivos para a presença de coliformes termotolerantes, importante grupo de micro-organismos indicadores da qualidade higiênico-sanitária de alimentos.

Os coliformes possuem grande relevância na indústria queijeira, uma vez que conseguem fermentar a lactose presente no leite com posterior produção de CO<sub>2</sub>, resultando em pequenos furos, fenômeno determinado de inchamento precoce do queijo (ORDÓNEZ et al., 2005).

As bactérias aeróbias mesófilas (Figura 2) também podem indicar a qualidade sanitária do alimento, partindo do pressuposto que, apesar de um determinado tipo de alimento não apresentar alterações característica de uma deterioração alimentar, a grande quantidade destes micro-organismos sugere condições de insalubridade (FRANCO; LANDGRAF, 2008).

Figura 2. Placa de Petri com crescimento microbiano de bactérias aeróbias mesófilas em meio *Plate Count Agar* (PCA).



Fonte: Acervo próprio.

Bolores e leveduras são constituídos por uma grande quantidade de micro-organismos, podendo estar presente em diversos habitats diferentes e utilizar as mais variadas fontes de carbono para a sua sobrevivência. São bastante resistentes às condições adversas de desenvolvimento (como variação da atividade de água e pH) e podem deteriorar diversos tipos de alimentos quando acondicionados de forma inapropriada (FRANCO; LANDGRAF, 2008). Embora não haja valores determinantes da quantidade tolerável de bolores e leveduras (Figura

3) em alimentos, esses micro-organismos apresentam um risco em potencial à saúde dos consumidores, uma vez muitos fungos são produtores de micotoxinas (FRANCO; LANDGRAF, 2008).

Figura 3. Placa de Petri com crescimento de bolores e leveduras sob o meio Batata Dextrose Ágar (BDA).



Fonte: Acervo próprio.

Neste sentido, vários métodos de conservação podem ser empregados aos diversos tipos de queijos, em especial ao queijo coalho, com o intuito de minimizar o desenvolvimento de micro-organismos e evitar a deterioração precoce, bem como diminuir a possibilidade de disseminação de micro-organismos patogênicos pela ingestão do produto.

#### **1.2.4 Filmes e coberturas comestíveis**

Todo e qualquer alimento necessita de barreiras que o contêm do ambiente externo a fim de conservar as características iniciais do produto (FERREIRA; SILVA; MADEIRA, 2019). Com isso, o emprego de embalagens está presente em quase todos os tipos de alimentos, uma vez que, adicionadas de outros métodos de conservação (como por exemplo o emprego da refrigeração para dificultar o desenvolvimento microbiano) aumentam a vida útil destes. Nesse sentido, as embalagens podem ser derivadas tanto de materiais sintéticos (como os plásticos) quanto de matérias-primas naturais. Segundo Amorim (2019) é possível discriminar os

compostos plásticos de acordo com a matéria-prima utilizada e, com isso, poder compreender os possíveis impactos ambientais associados a estes.

Habitualmente, os principais materiais utilizados para a confecção de embalagens são metais, papel, vidro e plástico, sendo este último o mais utilizado em consequência de suas propriedades estéticas e mecânicas, além de baixo custo (GÓMEZ; MICHEL JR, 2013). De acordo com a associação Compromisso Empresarial para Reciclagem (CEMPRE) no ano de 2011 cerca de 21,5% dos materiais plásticos produzidos no Brasil foram reciclados, o que representa aproximadamente 953 mil toneladas por ano (CEMPRE, 2019). Contudo, apesar de haver uma redução da disponibilidade dos plásticos na natureza decorrentes dos processos de reciclagem, os polímeros sintéticos não são biodegradáveis, são hidrofóbicos, permanecendo assim por muitos anos no ambiente e consequentemente criando graves impactos na natureza (VARGAS et al., 2008).

A utilização de filmes biodegradáveis tem diversas vantagens, sejam ambientais, por incentivar à produção de materiais que poluem menos o ambiente do que plásticos sintéticos derivados do petróleo, sejam socioeconômicas, podendo permitir a geração de novos empregos com o uso de tecnologias sustentáveis (AMORIM, 2019).

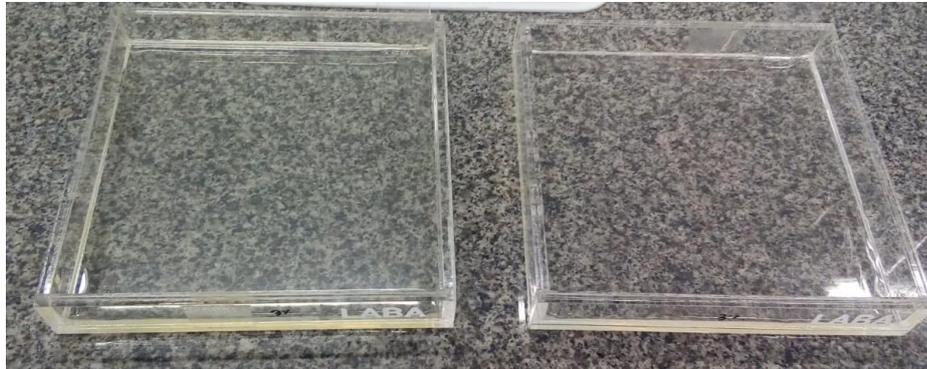
Os filmes e coberturas comestíveis tem direcionado novas vertentes para a ampliação de estudos voltados para o desenvolvimento de novas embalagens que auxiliem no processo de conservação dos alimentos. Oliveira et al. (2018) enfatiza que tem se dado mais atenção às tecnologias de coberturas e filmes comestíveis devido ao interesse da população por alimentos ambientalmente amigáveis e que supram às necessidades básicas das embalagens convencionais, como diminuir a perda de água do alimento, ser resistente e com notável custo benefício de produção.

A elaboração de filmes e coberturas comestíveis necessita de compostos específicos que desempenhem bem as suas finalidades, sendo estes um plastificante, o solvente, um estabilizador de pH e uma macromolécula formadora do filme (lipídica, proteica, polissacarídica, entre outras) (BERBARI et al., 2011). Igarashi (2010) enfatiza que estas três principais categorias de bases para a utilização e formação dos filmes apresentam suas particularidades em relação ao alimento que será aplicado, sendo o grupo polissacarídico ao qual o alginato está inserido.

### **1.2.5 Alginato de sódio**

O alginato é um polissacarídeo derivado de algas marrons e vem sendo amplamente empregado em diversos setores da indústria, tais como farmacêutica, biotecnológica e alimentícia, em função de suas propriedades de biodegradabilidade e ser um produto não tóxico, de modo que é comercializado habitualmente nas formas de sais de potássio, amônio ou sódio (VAZ, 2012). É uma matéria-prima amplamente utilizada no setor alimentício em consequência de suas propriedades estabilizantes, fibras, agente de gelificação, encapsulação, formação de filmes (Figura 3), entre outros (MÜLLER; SANTOS; BRIGUDO, 2011).

Figura 4. Placas de acrílico contendo formulações à base de alginato de sódio em diferentes concentrações para formação de filmes biodegradáveis.



Fonte: Acervo próprio.

A estrutura polimérica do alginato é composta por cadeias binárias derivadas de polissacarídeos ácido  $\alpha$ -L-gulurônico (G) e ácido  $\beta$ -D-manurônico (M), com a ocorrência de cadeias homopoliméricas ou heteropoliméricas, que são unidos por ligações glicosídicas e arranjos de formas diferentes na cadeia, o que pode interferir diretamente na estrutura final do gel de alginato, afetando também a solubilidade do polímero (KAFRANI, SHEKARCHIZADEH; BEHABADI, 2016).

Filmes de alginato possuem uma estrutura que contribuem para seu caráter hidrofílico, fazendo com que o polímero seja menos resistente à umidade, com barreiras deficientes ao vapor de água (SHIGEMATSU, 2018). Contudo, para minimizar os problemas relacionados à hidrofiliabilidade dos filmes, se faz necessário o processo de reticulação com a incorporação de um agente reticulante, em geral o cálcio, que torna o filme insolúvel e com estrutura hidrofóbica (LIMA; ANDREANI; SOLDI, 2007). De acordo com George e Abraham (2006) a depender da quantidade de cálcio na estrutura polimérica do alginato, o filme pode se tornar mais estável quanto à temperatura e resistência mecânica.

Assim, compreende-se que o estudo relacionado à variação do processo de reticulação e da concentração dos filmes de alginato de sódio é necessário para que se possa compreender melhor o comportamento do filme biodegradável frente às diversas condições aos quais podem ser submetidos. (TURBIANI; KIECKBUSCH; GIMENES, 2011).

**2. CAPÍTULO 2**  
**ARTIGO CIENTÍFICO**

**ALGINATO DE SÓDIO NA ELABORAÇÃO DE COBERTURAS COMESTÍVEIS  
PARA QUEIJO TIPO COALHO E SUA INFLUÊNCIA NAS CARACTERÍSTICAS  
DE QUALIDADE**

## **ALGINATO DE SÓDIO NA ELABORAÇÃO DE COBERTURAS COMESTÍVEIS PARA QUEIJO TIPO COALHO E SUA INFLUÊNCIA NAS CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE**

**RESUMO:** Objetivou-se avaliar a influência de coberturas comestíveis de alginato de sódio na conservação de queijo coalho sob nove dias de estocagem refrigerada ( $7\pm 1^{\circ}\text{C}$ ). Avaliaram-se cinco tratamentos: controle (queijo sem cobertura comestível), cobertura comestível de alginato de sódio a 3% sem reticulação (3AS), cobertura comestível de alginato de sódio a 3% com reticulação (3AC), cobertura comestível de alginato de sódio a 4% sem reticulação (4AS) e cobertura comestível de alginato de sódio a 4% com reticulação (4AC). A caracterização do filme mostrou semelhança significativa quanto à luminosidade e estatisticamente diferentes para os parâmetros de espessura, permeabilidade ao vapor de água (PVA), cromaticidade  $a^*$ , cromaticidade  $b^*$  e opacidade. Realizaram-se avaliações físico-químicas e microbiológicas aos dias 0, 3, 6 e 9 sob estocagem em refrigeração. Coberturas comestíveis de alginato de sódio foram eficientes na conservação da perda de massa do queijo coalho. Não houve diferenças significativas para as análises de pH, acidez, cromaticidade  $a^*$  e cromaticidade  $b^*$ . A luminosidade foi estatisticamente menor para as coberturas 3AC e 4AC. Bolores e leveduras e bactérias mesófilas não foram afetados pela aplicação das coberturas comestíveis. O alginato de sódio surge como uma alternativa promissora para o desenvolvimento de coberturas comestíveis frente à conservação do queijo coalho.

**Palavras-chave:** Polímeros biodegradáveis, Conservação de alimentos, Laticínio.

**ABSTRACT:** The objective of this study was to evaluate the influence of edible sodium alginate coatings on the conservation of rennet cheese under nine days of refrigerated storage ( $7 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ). Five treatments were evaluated: control (cheese without edible cover), edible coverage of 3% sodium alginate without crosslinking (3AS), edible coverage of 3% sodium alginate with crosslinking (3AC), edible coverage of sodium alginate 4% without crosslinking (4AS) and edible cover of 4% sodium alginate with crosslinking (4AC). The characterization of the film showed a significant similarity in terms of luminosity and statistically different parameters for thickness, water vapor permeability (PVA), chromaticity  $a^*$ , chromaticity  $b^*$  and opacity. Physical-chemical and microbiological evaluations were carried out on days 0, 3, 6 and 9 under cold storage. Edible coatings of sodium alginate were efficient in conserving the mass loss of rennet cheese. There were no significant differences for the analysis of pH, acidity,

chromaticity  $a^*$  and chromaticity  $b^*$ . The luminosity was statistically lower for the 3AC and 4AC coatings. Molds and yeasts and mesophilic bacteria were not affected by the application of edible coatings. Sodium alginate has emerged as a promising alternative for the development of edible coatings to conserve rennet cheese.

**Key-words:** Biodegradable polymers, Food preservation, Dairy.

## INTRODUÇÃO

O queijo coalho é um derivado lácteo que pode ser obtido através da coagulação do leite através do coalho ou diferentes enzimas coagulantes, ao qual a umidade é considerada entre média e alta e sua comercialização ocorre normalmente em até dez dias da produção (MEDEIROS JÚNIOR et al., 2019). A sua produção se dá significativamente de forma artesanal, o que por muitas vezes compromete as condições higiênico-sanitárias do seu processamento (SOUSA et al., 2014), trazendo possíveis riscos à saúde dos consumidores e a possibilidade de desenvolvimento de Doenças Transmitidas por Alimentos (DTA's) (OMBARAK; SAAD; ELBAGORY, 2019).

A deterioração microbiana é um grande entrave enfrentado pela indústria alimentícia, por resultar em perdas econômicas para os diversos setores envolvidos na cadeia produtiva e consumidora (MADIGAN et al., 2010), abrindo vertentes para a comunidade científica explorar novas propostas para o engrandecimento de tecnologias que auxiliem no processo de conservação alimentar, o que é de grande importância em produtos de alta perecibilidade como o queijo tipo coalho que, por sua vez, tem características de pH, atividade de água e teor de nutrientes compatíveis com o desenvolvimento de micro-organismos.

Nesse contexto, os filmes e coberturas comestíveis tem se destacado na comunidade científica (HAMED I et al., 2017; PARREIDT et al., 2018; SALAMA; AZIZ; ALSEHLI, 2019; ZHU et al., 2019), por possuírem propriedades que permitem a flexibilidade e utilização nos mais variados tipos de alimentos (PREEDY, 2016), contribuindo para o desenvolvimento sustentável de embalagens que favoreçam a conservação do queijo coalho, maximizando sua vida útil.

Os impactos gerados no ambiente e a conscientização ecológica sobre o uso de materiais sustentáveis para a elaboração de embalagens têm incentivado o desenvolvimento de produtos biodegradáveis, uma vez que os polímeros sintéticos são derivados de hidrocarbonetos capazes

de perdurarem por longos anos na natureza, sendo que estes materiais não são biodegradáveis (ROCHA et al., 2014; SONAR et al., 2020).

O alginato de sódio surge como uma alternativa promissora ao desenvolvimento de filmes biodegradáveis, tendo em vista suas propriedades vantajosas nas mais diversas áreas de aplicações científicas (MÜLLER; SANTOS; BRIGUDO, 2011).

Estudos voltados para a conservação de queijo coalho com a utilização de filmes e coberturas comestíveis originadas do alginato de sódio ainda são escassos. É de suma importância desenvolver tecnologias alternativas e renováveis para a conservação deste produto, ainda que parcialmente, tendo em vista os problemas ambientais associados ao uso de polímeros sintéticos para a conservação de alimentos. Diante do exposto, objetivou-se avaliar a influência de coberturas comestíveis à base de alginato de sódio em parâmetros de qualidade do queijo coalho sob estocagem refrigerada ( $7^{\circ}\pm 1$ ) durante nove dias.

## MATERIAL E MÉTODOS

### PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE COBERTURAS COMESTÍVEIS E FILMES DE ALGINATO DE SÓDIO

Os filmes e coberturas comestíveis foram obtidos de acordo com metodologias propostas por Azarakhsh et al. (2014) e Zactiti e Kieckbusch (2005) agregado ao método de “*casting*”. Testes preliminares mostraram melhor comportamento de filmes de alginato de sódio nas concentrações de 3% e 4%, sendo estas escolhidas para aplicação no queijo de coalho. As composições das coberturas comestíveis podem ser observadas na Tabela 1.

Tabela 1. Composições das coberturas comestíveis de alginato de sódio utilizadas para revestir o queijo coalho.

Filme/cobertura	Alginato de sódio	Sorbitol	Reticulação (CaCl <sub>2</sub> a 2%)
1	3%	20%	Ausência
2			Presença
3	4%		Ausência
4			Presença

O alginato de sódio foi dissolvido em água destilada com agitação mecânica até que a mistura se tornasse homogênea. Adicionou-se 20% de agente plastificante sorbitol e

posteriormente as soluções foram mantidas em agitação constante em agitador magnético a 60°C por uma hora. As soluções foram deixadas em repouso por 30 minutos para a eliminação de bolhas de ar dispersas no meio. Em seguida, adicionou-se as soluções em placas de acrílico com dimensões de 15 cm x 15 cm e colocadas em estufa de secagem a 50°C por aproximadamente quatro horas. Para o processo de reticulação dos filmes 2 e 4, imergiu-se os filmes em solução de cloreto de cálcio (CaCl<sub>2</sub>) a 2% adicionada de sorbitol a 20%, onde cada filme foi submerso por um minuto com posterior lavagem em água destilada igualmente por um minuto. Após o processo de lavagem, os filmes 2 e 4 foram colocados para secar a temperatura ambiente (29°C±2) por 24 horas.

### **Caracterização dos filmes**

A caracterização dos filmes consistiu na avaliação da espessura, Taxa de Permeabilidade ao vapor de água (TPVA), Permeabilidade ao vapor de água (PVA), solubilidade em água, cor e opacidade, conforme descritas a seguir.

#### *Espessura*

As espessuras das coberturas comestíveis foram realizadas com o auxílio de um micrômetro da marca Mitutoyo (MDC-25M, MFG/Japão) com a realização de dez medições aleatórias para a realização do cálculo da espessura média e intervalo de confiança a 95%, com os valores expressos em milímetros (mm).

#### *Taxa de Permeabilidade ao vapor de água (TPVA) e da Permeabilidade ao vapor de água (PVA)*

A taxa de permeabilidade ao vapor de água (TPVA) e a permeabilidade (PVA) foram determinadas por gravimetria com a utilização da metodologia descrita na norma ASTM E96-95. Foram cortados círculos com 2 cm de diâmetro e posicionados sobre o orifício das células de permeação, onde os conjuntos foram pesados e postos em dessecador com sílica com umidade e temperatura controlada (10% e 27,9°C, respectivamente) em intervalos de uma hora durante oito horas de avaliação. A TPVA e a PVA foram calculadas de acordo com as equações abaixo:

$$TPVA = \frac{m}{t} \times \frac{1}{A} \quad PVA = \frac{TPVA}{\Delta p}$$

Onde:

$m/t$ : coeficiente angular de perda de massa em função do tempo;

A: área de permeação;

TPVA: taxa de permeabilidade de vapor de água;

$\Delta p$ : Diferença de pressão de vapor, mm Hg ( $1.333 \times 10^2$  Pa).

### *Cor e opacidade*

A cor das coberturas comestíveis foi determinada com o auxílio de um colorímetro modelo Delta Vista 450G baseada nos parâmetros CIELAB ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ). O cálculo da opacidade foi realizado através da leitura dos revestimentos sobre um fundo branco e posteriormente um fundo preto, sendo calculados pela equação a seguir (ZAVAREZE et al., 2012):

$$Op = \frac{Opb}{Opw} \times 100$$

Onde:

Opb: Opacidade do filme contra fundo preto;

Opw: Opacidade do filme contra fundo branco.

## PROCESSAMENTO DO QUEIJO DE COALHO E APLICAÇÃO DAS COBERTURAS COMESTÍVEIS

O leite utilizado para a produção do queijo de coalho foi do tipo pasteurizado, adquirido através de compra em empresa local. Realizaram-se avaliações físico-químicas e microbiológicas a fim da certificação dos padrões de qualidade do leite de acordo com a Instrução Normativa n° 76, de novembro de 2018 (BRASIL, 2018).

O desenvolvimento do queijo coalho foi baseado na metodologia proposta pela Instrução Normativa n° 30, de 26 de junho de 2001, que estipula os Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Manteiga da Terra ou Manteiga de Garrafa, Queijo de Coalho e Queijo de Manteiga (BRASIL, 2001), e também metodologia descrita por Nassu et al. (2006) com adaptações. O leite utilizado para a produção foi filtrado em peneiras a fim de retirar possíveis sujidades e em seguida aquecido por 15 segundos a  $72^\circ\text{C}$  (*High Temperature and Short Time* –

HTST), sendo resfriado a 35°C em banho-maria para a adição do cloreto de cálcio, ácido láctico e do coalho industrial. Após este processo, o leite permaneceu em repouso por aproximadamente uma hora até que houvesse a formação da coalhada com aspecto firme e brilhante e que fosse realizado o corte da massa com a utilização de liras verticais, resultando em pedaços de queijo coalho de aproximadamente 2 cm. O soro foi retirado, armazenado sob refrigeração e reaproveitado durante as etapas sucessivas da produção.

Para a etapa do cozimento, a massa atingiu temperaturas entre 45 e 55°C com agitação constante. Uma parte do soro que foi retirado previamente foi fervido a temperatura aproximada de 75°C e adicionado novamente ao tanque de produção para incrementar o processo de cozimento da massa. Ao atingir o “ponto de massa” (realizando-se a compressão de uma quantidade da massa nas mãos até que ocorresse a formação de um aglomerado facilmente desfeito com a pressão dos dedos), foi adicionado o sal (previamente dissolvido em uma quantidade do soro armazenado durante o processo) para que ocorresse a salga, com valores entre 1 a 2% do volume total de leite utilizado, onde a massa resultante foi moldada em prensas retangulares forradas com dessoradores para auxiliar no processo de dessoramento do queijo. As peças obtidas foram viradas em intervalos de três horas até que se obtivesse um queijo firme, brilhante e característico de queijo coalho (Figura 1).

Figura 1. Queijo coalho obtido após o processo de fabricação.



Fonte: Acervo próprio.

Após processamento, as peças foram divididas em peças de 2 cm<sup>3</sup> e submetidas a cinco tratamentos para o presente estudo: CO (Controle/sem revestimento de cobertura comestível);

3AS (Alginato de sódio a 3% sem reticulação); 3AC (Alginato de sódio a 3% com reticulação); 4AS (Alginato de sódio a 4% sem reticulação); 4AC (Alginato de sódio a 4% com reticulação).

Para a aplicação das coberturas comestíveis ao queijo coalho, utilizou-se o método de “*dipping*” baseado na metodologia realizada por Costa et al. (2012), com imersão três vezes consecutivas de cada peça de queijo durante cinco segundos cada mergulho. As peças de queijos foram mergulhadas nas soluções dos filmes com o auxílio de palitos de madeira previamente esterilizados em solução de hipoclorito de sódio a 100 ppm. O processo de secagem ocorreu à temperatura ambiente ( $29^{\circ}\text{C}\pm 2$ ) com as peças de queijo dispostas em placas de isopor até que ocorresse a completa secagem das coberturas comestíveis. Para aplicação do processo de reticulação (tratamentos 2 e 4), após a secagem das coberturas comestíveis, as peças de queijo foram imersas individualmente em solução reticulante de cloreto de cálcio a 2% e sorbitol a 20% por um minuto. Em seguida, as peças dos tratamentos 2 e 4 foram dispostas novamente em placas de isopor até haver a completa secagem dos queijos.

Realizada a aplicação dos tratamentos, embalsamaram-se as peças de queijo em atmosfera normal utilizando sacos plásticos com o auxílio de seladora industrial e, posteriormente, estocaram-se sob refrigeração ( $7 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ).

## AValiaÇÃO DE PARÂMETROS DE QUALIDADE DO QUEIJO COALHO

As análises microbiológicas e físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Biotecnologia de Alimentos (LABA) da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), com intervalos de três dias durante nove dias de avaliação, sendo o dia 0 (zero) àquele destinado ao processamento para a produção dos queijos e aplicação das coberturas comestíveis no queijo de coalho. Assim, procederam-se as avaliações nos dias 0, 3, 6 e 9.

### **Avaliações microbiológicas**

As avaliações microbiológicas seguiram as especificações da *American Public Health Association* (APHA, 1998), *Instrução Normativa nº 62, de 26 de agosto de 2003* (BRASIL, 2003) e de Silva et al. (2010). Foram pesadas, maceradas e homogeneizadas 25 g de queijo de coalho de cada amostra em 225 mL de água peptonada, sendo esta a diluição  $10^{-1}$  e, posteriormente, realizaram-se diluições seriadas em tubos contendo 9 mL de água peptonada cada até que se obtivesse a diluição  $10^{-3}$ . O mesmo procedimento de diluições seriadas serviu para as avaliações de bolores e leveduras e bactérias aeróbias mesófilas, de acordo com a metodologia descrita abaixo:

### *Bolores e leveduras*

Para a contagem de bolores e leveduras foi utilizada a técnica de cultivo superficial. Adicionou-se 1 mL de cada diluição em placas separadas de meio Batata Dextrose Ágar (BDA) e espalhados em superfície com o auxílio da alça de Drigalsky, com incubação em estufa de *Biochemical Oxygen Demand* (B.O.D) a uma temperatura de  $25^{\circ}\text{C} \pm 1$  durante 5 a 7 dias. Após este período, realizaram-se as contagens dos micro-organismos (soma de bolores e leveduras) e os valores obtidos foram expressos em logaritmos na base 10 de Unidades Formadoras de colônias por grama ( $\text{Log}_{10}\text{UFC/g}$ ).

### *Bactérias mesófilas*

Para as bactérias mesófilas, adicionou-se 1 mL da diluição da amostra em placas de meio *Plate Count Agar* (PCA), sendo espalhadas com o auxílio da alça de Drigalsky e incubadas em estufa bacteriológica a  $36^{\circ}\text{C} \pm 1$  por 48 horas. Em seguida, as placas foram contadas e os números expressos também em logaritmos na base 10 de Unidades Formadoras de colônias por grama ( $\text{Log}_{10}\text{UFC/g}$ ).

### **Avaliações físico-químicas**

Foi avaliado o aspecto visual das amostras e as avaliações físico-químicas basearam-se segundo as especificações do Instituto Adolfo Lutz (2008), com medição dos parâmetros de cor, pH, acidez titulável e umidade.

#### *Cor*

A avaliação de cor foi realizada com a utilização do colorímetro de modelo Delta Vista 450G acordo com o sistema CIELAB para a obtenção das coordenadas de luminosidade ( $L^*$ ), teor de vermelho ( $a^*$ ) e teor de amarelo ( $b^*$ ). O colorímetro foi padronizado e calibrado antes de aferir a cor das amostras. Logo então, os queijos foram posicionados em estrutura com fundo branco par que o aparelho de colorimetria entre em contato com o queijo, de modo a aferir as variáveis  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ .

#### *pH*

Foram pesadas 10 g de cada amostra em balança analítica e posteriormente maceradas com o auxílio de almofariz e pistilo. Em seguida, a amostra foi transportada para um Erlenmeyer contendo 50 mL de água destilada, e aferiu-se o pH com potenciômetro calibrado em soluções tamponadas previamente estabelecidas.

#### *Acidez titulável (AT)*

Foram pesadas, maceradas e homogeneizadas 10 g de cada amostra de queijo em 50 mL de água destilada, onde adicionou-se três gotas de fenolftaleína como indicador de ácido-base. Posteriormente foi titulada uma solução de hidróxido de sódio a 0,01 M sob agitação constante, até que a amostra apresentasse uma mudança na coloração para fúcsia, indicando que foi atingido o ponto de saturação.

#### *Umidade*

Primeiramente cada amostra foi levada à estufa de secagem em placas de Petri a uma temperatura de 105°C por 1 h, sendo estas esfriadas em dessecador para evitar absorção de umidade. Em seguida, cada placa foi pesada individualmente e anotado seu valor, onde foram adicionadas 5 g da amostra para posterior secagem em estufa de secagem por 24 h até peso constante. Os valores de umidade foram expressos em porcentagem de acordo com a equação a seguir:

$$\%Umidade = \frac{(\text{peso da placa} + \text{amostra úmida}) - (\text{peso da placa} + \text{amostra seca})}{\text{peso da amostra úmida}} \times 100$$

O delineamento experimental foi realizado de forma inteiramente casualizada com cinco repetições cada. As avaliações foram analisadas com o teste de análise de variância (ANOVA) e o teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

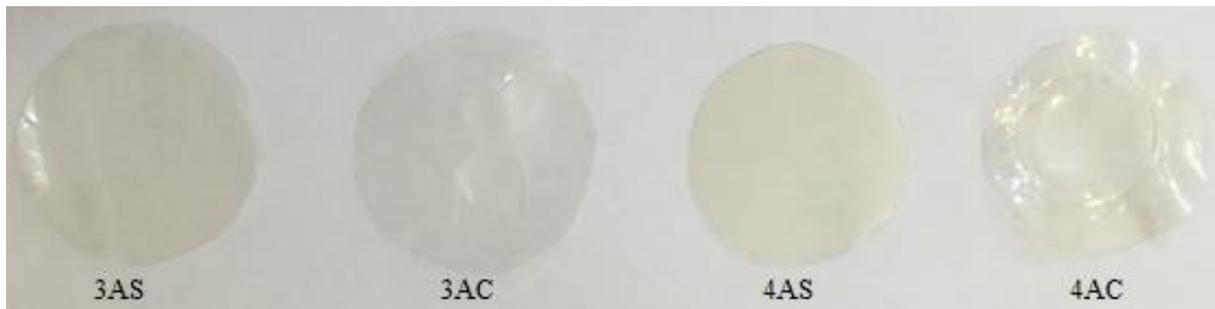
## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### *Aspecto visual e caracterização dos filmes de alginato de sódio*

Observou-se que os filmes de alginato de sódio a 3% e 4% com e sem processo de reticulação eram transparentes, uniformes, com ausência de rupturas, leve aspecto de cor amarelada e visualmente atrativos devido à sua semelhança com filmes comerciais. Os filmes

com processo de reticulação (3AC e 4AC) (cloreto de cálcio ( $\text{CaCl}_2$ ) a 2%) mostraram-se sutilmente enrugados após o processo de secagem. Pôde-se observar que, com o aumento da concentração de alginato de sódio os filmes apresentaram cor amarelada mais intenso, conforme Figura 2.

Figura 2. Aspecto visual dos filmes de alginato de sódio com e sem processo de reticulação com cloreto de cálcio.



Legenda: 3AS (alginato de sódio a 3% sem reticulação), 3AC (alginato de sódio a 3% com reticulação), 4AS (alginato de sódio a 4% sem reticulação) e 4AC (alginato de sódio a 4% com reticulação)

Fonte: Acervo próprio.

Os filmes demonstraram boa flexibilidade e os tratamentos sem estágio de reticulação (3AS e 4AS) eram totalmente solúveis em água. Achados nesse trabalho são semelhantes aos encontrados por Turbiani, Kieckbusch e Gimenes (2011), aos quais apresentaram que filmes de alginato de sódio com baixo processo de reticulação em cloreto de cálcio ( $\text{CaCl}_2$ ) eram muito solúveis em água, fazendo-se necessário haver a reticulação para obter-se melhores propriedades funcionais.

A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos na caracterização dos filmes de alginato de sódio com e sem processo de reticulação em cloreto de cálcio ( $\text{CaCl}_2$ ) a 2%.

Tabela 2. Valores de média e desvio padrão obtidos após a caracterização dos filmes de alginato de sódio.

Variáveis	3AS	3AC	4AS	4AC
<b>Espessura (mm)</b>	$0,06 \pm 0,03^a$	$0,03 \pm 0,03^b$	$0,05 \pm 0,03^c$	$0,07 \pm 0,01^a$
<b>PVA (g.mm/h.Kpa.m<sup>2</sup>)</b>	$0,81 \pm 0,12^a$	$0,41 \pm 0,06^b$	$0,72 \pm 0,21^a$	$0,69 \pm 0,17^{ab}$
<b>a</b>	$-0,95 \pm 0,03^a$	$-1,11 \pm 0,07^a$	$-0,98 \pm 0,06^a$	$-1,64 \pm 0,01^b$
<b>b</b>	$2,64 \pm 0,52^a$	$0,5 \pm 0,08^b$	$2,95 \pm 0,39^a$	$2,84 \pm 0,83^a$

<b>L</b>	91,83 ± 0,15 <sup>a</sup>	92,72 ± 1,02 <sup>a</sup>	91,68 ± 0,26 <sup>a</sup>	91,92 ± 0,54 <sup>a</sup>
<b>Opacidade (%)</b>	28,18 ± 0,22 <sup>a</sup>	31,78 ± 0,37 <sup>b</sup>	28,14 ± 0,32 <sup>a</sup>	32,76 ± 0,64 <sup>c</sup>

Legenda: 3AS: alginato de sódio a 3% sem reticulação; 3AC: alginato de sódio a 3% com reticulação; 4AS: alginato de sódio a 4% sem reticulação; 4AC: alginato de sódio a 4% com reticulação. PVA: permeabilidade ao vapor de água; a: cromaticidade a\*; b: cromaticidade b\*; L: luminosidade. Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na linha significam diferença estatística ( $p < 0,05$ ).

A espessura dos filmes variou entre 0,03 e 0,07 mm, aos quais os filmes 3AS e 4AC foram diferentes significativamente em relação aos tratamentos com valores de 0,03 e 0,05 mm, respectivamente. As formulações dos filmes 3AS e 4AC não apresentaram diferenças significativas entre si, com valores de 0,06 e 0,07 mm, nesta ordem. Resultados semelhantes foram obtidos por Turbiani, Kieckbusch e Gimenes (2011) com espessuras de filmes de alginato de sódio entre 0,05 e 0,06 mm, com resultados mais homogêneos. Em contrapartida, pesquisa realizada por García-Figueroa, Ayala-Aponte e Sánchez-Tamayo (2019) mostraram que filmes elaborados com formulações de alginato de sódio variaram de 0,05 a 0,11 mm, demonstrando uma possível heterogeneidade na espessura dos filmes a depender dos tratamentos utilizados. Associado aos valores de espessura, observou-se que, quanto maior a espessura dos filmes, maior a permeabilidade ao vapor de água (PVA). Filmes reticulados com cloreto de cálcio ( $\text{CaCl}_2$ ) a 2% apresentaram menor permeabilidade ao vapor de água em relação aos demais tratados deste estudo, sendo estes tratamentos semelhantes estatisticamente. A depender do nível de reticulação a estrutura das macromoléculas do alginato pode ser consideravelmente alterada, sendo que a solução de alginato de sódio reage com os íons de cálcio da solução reticulante de  $\text{CaCl}_2$ , resultando em estruturas tridimensionais da cadeia polimérica que melhoram as propriedades do filme, tornando-o insolúvel em água (DONG et al., 2006) e, possivelmente, essa diminuição dos valores de permeabilidade ao vapor de água pode estar associada às reações dos filmes com a solução de cloreto de cálcio (TURBIANI; KIECKBUSCH; GIMENES, 2011).

Para a avaliação de cor dos filmes, a cromaticidade a\* (teor de vermelho) foi estatisticamente significativa para o filme de alginato de sódio a 4% com reticulação (4AC) em relação aos demais tratamentos, com valor de  $-1,64 \pm 0,01$ , caracterizando uma maior propensão ao vermelho. A cromaticidade b\* (teor de amarelo) também foi considerável diferente com valor inferior aos outros tratados deste estudo para o filme de alginato de sódio a 3% com reticulação (3AS),  $0,5 \pm 0,08$ . O parâmetro de luminosidade representa a diferença existente entre o preto e o branco, determinando a capacidade de uma amostra de difundir a luz. Este parâmetro não apresentou diferenças entre os tratamentos, com variação de  $91,68 \pm 0,26$  a

92,83± 0,15, mostrando que a variação de concentração do alginato de sódio e o processo de reticulação com cloreto de cálcio (CaCl<sub>2</sub>) a 2% não interferiu neste fator. Apesar de não ter diferença significativa entre os tratados para a análise de luminosidade, a opacidade dos tratamentos dos filmes reticulados com cloreto de cálcio (CaCl<sub>2</sub>) a 2% (3AC e 4AC) foi maior em relação aos filmes não submetidos ao processo de reticulação. Tais características são desejáveis, uma vez que a opacidade pode interferir na incidência direta da luminosidade do alimento revestido, fazendo com que haja possivelmente uma melhor conservação do produto.

*Aspecto visual, avaliações físico-químicas e microbiológicas do queijo de coalho*

A figura 3 apresenta o aspecto visual do queijo sem cobertura comestível (grupo controle) comparado aos demais tratamentos com aplicação de cobertura comestível de alginato de sódio.

Figura 3. Representação visual do queijo coalho revestido com coberturas comestíveis de alginato de sódio em relação ao grupo controle após nove dias de estocagem refrigerada.



Legenda: C: Controle; 3AS: alginato de sódio a 3% sem reticulação; 3AC: alginato de sódio a 3% com reticulação; 4AS: alginato de sódio a 4% sem reticulação; 4AC: alginato de sódio a 4% com reticulação

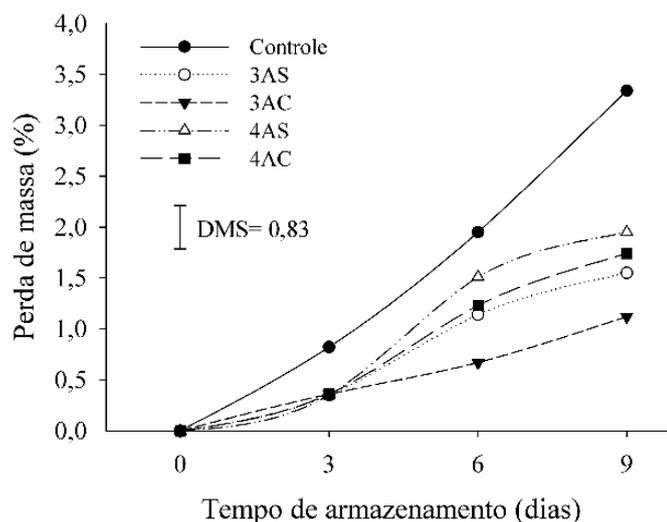
Fonte: Acervo próprio.

Não foi possível observar alterações visuais causadas pela aplicação das coberturas comestíveis de alginato de sódio em relação ao grupo controle, fazendo com que os queijos permanecessem uniformes, homogêneos e com aspecto semelhante ao queijo coalho comercial.

Este fator é satisfatório e valioso, uma vez que o aspecto visual do alimento está entre os parâmetros sensoriais de maior impacto, do ponto de vista mercadório, quanto à aceitação do produto pelo consumidor (COKER, 2015).

Os resultados mostraram que as coberturas comestíveis de alginato de sódio influenciaram positivamente na conservação da perda de massa do queijo coalho, fazendo com que houvesse uma menor porcentagem desse parâmetro dos grupos tratados em relação ao controle durante o armazenamento sob refrigeração (Gráfico 1).

Gráfico 1. Avaliação da perda de massa (%) em queijo coalho com diferentes coberturas de alginato de sódio durante nove dias de armazenamento sob estocagem refrigerada.



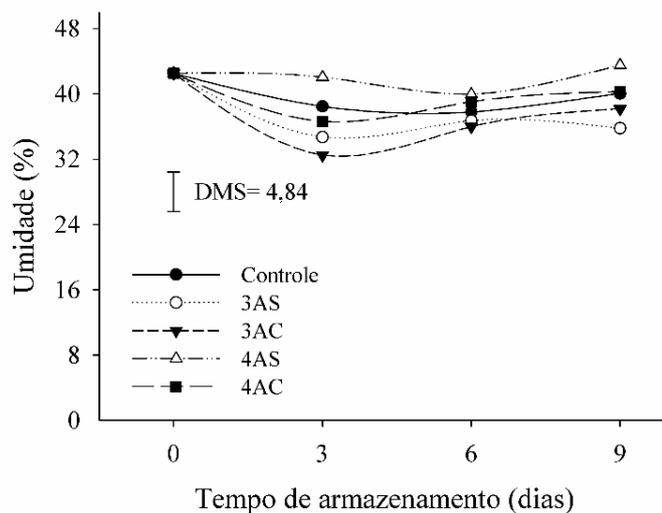
Legenda: DMS: Diferença Mínima Significativa; 3AS: alginato de sódio a 3% sem reticulação; 3AC: alginato de sódio a 3% com reticulação; 4AS: alginato de sódio a 4% sem reticulação; 4AC: alginato de sódio a 4% com reticulação

Não houve diferença significativa entre os tratamentos ao terceiro e sexto dia de armazenamento, no entanto foi possível observar que os queijos com coberturas comestíveis de alginato de sódio apresentaram menor perda de massa absoluta em relação ao controle. Ao final de nove dias da estocagem refrigerada observou-se que houve diferença significativa entre o controle e o queijo revestido com as diferentes formulações de alginato de sódio, com valores médios de 1,1% e 1,9% para o queijo coalho revestido frente à 3,3% de perda de massa do queijo sem revestimento (grupo controle), demonstrando que as coberturas comestíveis de alginato de sódio foram eficientes no controle da perda de massa sob armazenamento refrigerado. Corroborando com Youssef et al. (2018) que observaram que a utilização de

revestimentos em queijos é capaz de proporcionar a diminuição da perda de massa e umidade, sem alterar os atributos químicos e microbiológicos do produto. As coberturas comestíveis em contato com a superfície do queijo podem formar uma espécie de barreira superficial capaz de proteger e gerar uma contenção da perda de substâncias, aumentando a vida útil do produto (CERQUEIRA et al., 2009).

O teor de umidade dos queijos revestidos com coberturas comestíveis de alginato de sódio a 4% sem reticulação (4AS) ao terceiro dia de armazenamento refrigerado foi semelhante ao grupo controle ao terceiro dia de armazenamento refrigerado (Gráfico 2), apresentando valores de 38,45% e 42,02% respectivamente, sutilmente mais elevados do que os outros tratamentos.

Gráfico 2. Avaliação da média de umidade (%) em queijo coalho com diferentes coberturas de alginato de sódio durante nove dias de armazenamento sob estocagem refrigerada.



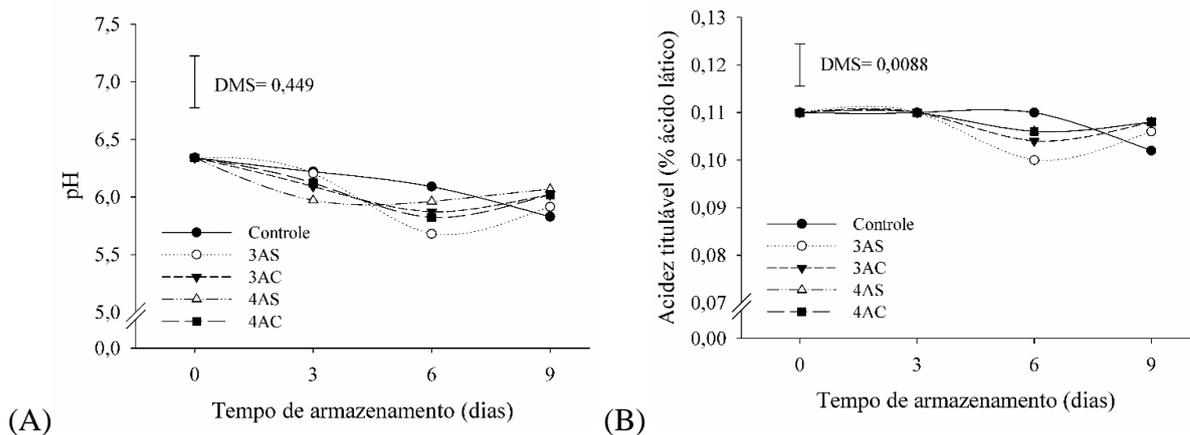
Legenda: DMS: Diferença Mínima Significativa; 3AS: alginato de sódio a 3% sem reticulação; 3AC: alginato de sódio a 3% com reticulação; 4AS: alginato de sódio a 4% sem reticulação; 4AC: alginato de sódio a 4% com reticulação

Ao mesmo dia não se observou diferença significativa com os demais tratamentos de coberturas comestíveis de alginato de sódio. A partir do nono dia de armazenamento sob estocagem refrigerada, os resultados não apresentaram diferenças significativas entre as amostras, com valores que variaram de 35,7% a 43,5%. As coberturas comestíveis de alginato de sódio não afetou negativamente o parâmetro de umidade do queijo de coalho, mantendo-se com valores próximos aos queijos do grupo controle. Resultados semelhantes foram encontrados em trabalho realizado por Silva et al. (2020), onde queijos de coalho apresentaram

valores de umidade entre 38,5% e 41,1%. Os valores médios de umidade estão de acordo com a Instrução Normativa nº 30, de 26 de junho de 2001 (BRASIL, 2001), ao qual estipula que o queijo de coalho apresenta entre média a alta umidade, com valores entre 36% e 54,9%. Oliveira et al. (2018) apresentou valores sutilmente maiores aos achados desta pesquisa, onde avaliou a umidade de queijos de coalho artesanais em municípios do Ceará e pôde constatar uma média de 44,7% entre os produtos.

Valores referentes aos achados de pH e acidez titulável (porcentagem de ácido láctico) estão representados no Gráfico 3.

Gráfico 3. Avaliação das médias de pH (A) e acidez titulável (B) em queijo coalho com diferentes coberturas de alginato de sódio durante nove dias de armazenamento sob estocagem refrigerada.



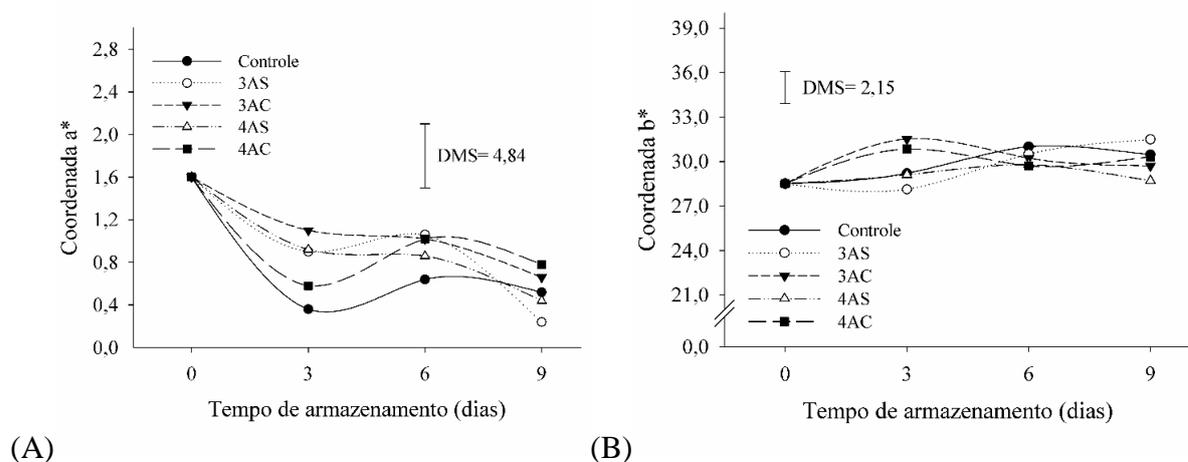
Legenda: DMS: Diferença Mínima Significativa; 3AS: alginato de sódio a 3% sem reticulação; 3AC: alginato de sódio a 3% com reticulação; 4AS: alginato de sódio a 4% sem reticulação; 4AC: alginato de sódio a 4% com reticulação.

Quanto ao pH os valores para os tratamentos variaram de 5,8 a 6,06 aos nove dias de estocagem refrigerada, sem diferença significativa entre estes ( $p > 0,05$ ) (Gráfico 3A). Esta é uma análise de suma importância para o processo de caracterização de queijos, uma vez que este parâmetro pode influenciar diretamente na qualidade do alimento devido à sua ligação direta com o possível desenvolvimento de micro-organismos e também de reações químicas oriundas da atividade enzimática e microbiana (SOUSA et al. 2014). Pesquisa realizada por Assunção et al. (2018) corroboram com resultados semelhantes ao desta pesquisa com valores de pH entre 5,77 e 6,24 para queijos de coalho artesanal.

A acidez titulável não apresentou diferenças significativas para os tratados aos dias analisados, demonstrando que as coberturas comestíveis de alginato de sódio não influenciaram neste parâmetro, apresentando variação de 0,13 a 0,15% (porcentagem de ácido láctico) aos nove dias de estocagem sob refrigeração (Gráfico 3B). Este parâmetro é importante, uma vez que é através da acidez, em associação com o pH, que se pode prever possíveis alterações enzimáticas consequentes da degradação química do alimento pelas próprias enzimas e/ou bactérias presentes, fatores que podem ser determinantes para estabelecer a qualidade do produto (OLIVEIRA et al., 2016). Pesquisas realizadas por Silva et al. (2020) são semelhantes aos resultados deste estudo, onde foram aplicados filmes biodegradáveis para a conservação de queijos, obtendo-se valores de acidez que variaram de 0,11 a 0,15% de ácido láctico sob armazenamento refrigerado.

A coordenada/cromaticidade  $a^*$  (teor de vermelho) (Gráfico 4A) não foi afetada pela aplicação das coberturas comestíveis à base de alginato de sódio, não apresentando diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade durante os dias de armazenamento refrigerado do queijo coalho, comportamento semelhante ao encontrado no grupo controle.

Gráfico 4. Avaliação das médias da coordenada/cromaticidade  $a^*$  (A) e a coordenada/cromaticidade  $b^*$  (B) em queijo coalho com diferentes coberturas de alginato de sódio durante nove dias de armazenamento sob estocagem refrigerada.

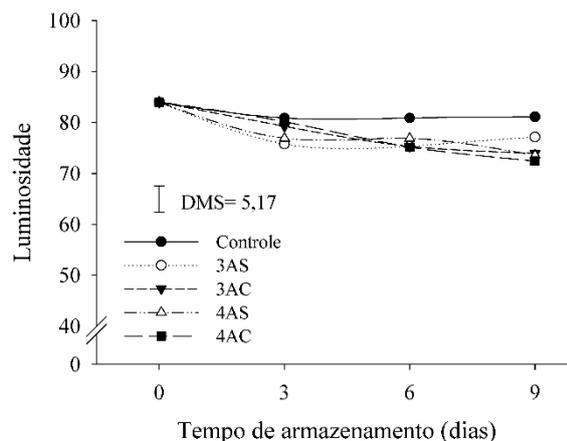


Legenda: DMS: Diferença Mínima Significativa; 3AS: alginato de sódio a 3% sem reticulação; 3AC: alginato de sódio a 3% com reticulação; 4AS: alginato de sódio a 4% sem reticulação; 4AC: alginato de sódio a 4% com reticulação.

Resultados divergentes foram encontrados por Santos *et al.*<sup>34</sup> quando avaliou a coordenada  $a^*$  em queijos de coalho e verificou que as amostras apresentaram uma menor tendência ao teor de vermelho. A coordenada/cromaticidade  $b^*$  (teor de amarelo) (Gráfico 4B) se mostrou significativo ao terceiro dia de armazenamento refrigerado para os queijos revestidos com cobertura comestível de alginato de sódio a 3% com processo de reticulação (3AC), apresentando valores superiores aos demais tratamentos (28,12 a 31,5). Este resultado confere resultado favorável tratando-se de aspectos visuais do queijo de coalho, cuja cor amarelada é um dos fatores característicos do produto.

A luminosidade L mostrou-se superior para o grupo controle ao sexto e ao nono dia de análise em relação aos tratados com coberturas comestíveis de alginato de sódio (Gráfico 5).

Gráfico 5. Avaliação das médias da luminosidade em queijo coalho com diferentes coberturas de alginato de sódio durante nove dias de armazenamento sob estocagem refrigerada.



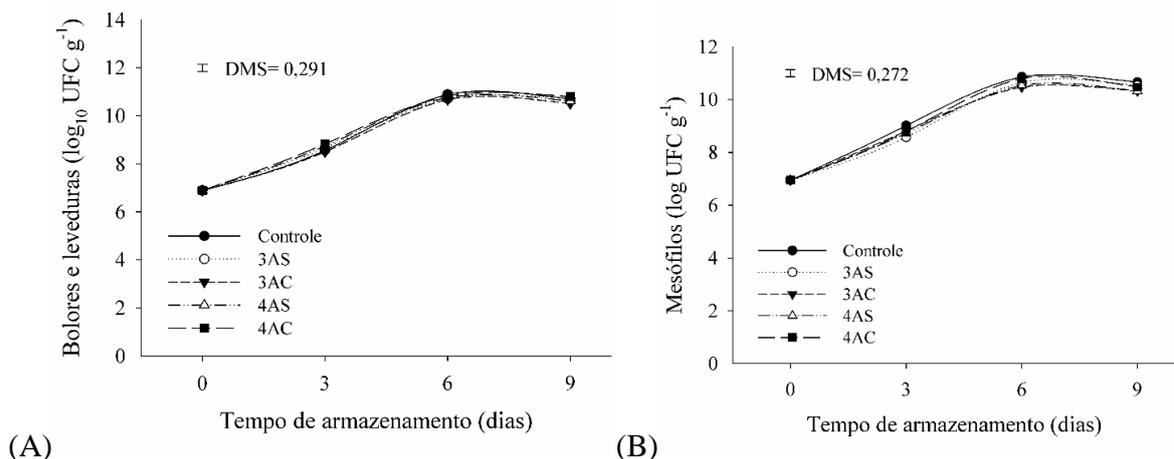
Legenda: DMS: Diferença Mínima Significativa; 3AS: alginato de sódio a 3% sem reticulação; 3AC: alginato de sódio a 3% com reticulação; 4AS: alginato de sódio a 4% sem reticulação; 4AC: alginato de sódio a 4% com reticulação.

Aos nove dias de estocagem refrigerada, o valor da luminosidade do controle apresentou valores de 81,12, quanto aos valores não significativos dos tratamentos com resultados entre 73,42 e 77,14. A luminosidade refere-se à relação entre um objeto refletir ou transmitir luz, que pode ser resultante da relação entre a absorção da cor preta e a reflexão da luz branca (GRANATO; MASSON, 2010). Quanto maior a luminosidade, maior incidência de luz sobre o alimento, o que pode interferir diretamente nas características qualitativas do produto, fazendo com que haja uma possível degradação química de substâncias, diminuindo assim a vida útil e

comprometendo a qualidade do alimento. Tavares et al. (2014) em estudo com diferentes coberturas comestíveis de alginato de sódio aplicadas à ricota encontrou resultados próximos à presente pesquisa, com valores de luminosidade em torno de 72,0.

As coberturas comestíveis de alginato de sódio não influenciou no desenvolvimento de micro-organismos bolores e leveduras e bactérias aeróbias mesófilas (Gráfico 6), sendo o crescimento microbiano semelhante ao encontrado para o grupo controle. Foi observado um aumento gradativo no crescimento microbiano durante o processo de estocagem refrigerada.

Gráfico 6. Médias obtidas nas análises referentes ao comportamento microbiano de bolores e leveduras (A) e bactérias mesófilas (B) em queijos de coalho submetidos a tratamentos com coberturas comestíveis de alginato de sódio durante nove dias de armazenamento refrigerado a  $7\pm 1^{\circ}\text{C}$ .



Legenda: DMS: Diferença Mínima Significativa; 3AS: alginato de sódio a 3% sem reticulação; 3AC: alginato de sódio a 3% com reticulação; 4AS: alginato de sódio a 4% sem reticulação; 4AC: alginato de sódio a 4% com reticulação.

No dia zero foram detectadas as seguintes contagens para bolores e leveduras e bactérias aeróbias mesófilas, uma média de  $6,8 \log_{10}\text{UFC.g}^{-1}$  e  $6,94 \log_{10}\text{UFC.g}^{-1}$  respectivamente. Segundo Evangelista-Barreto (2016) esses valores são considerados elevados. Uma possível explicação para a alta carga microbiana inicial é o abuso térmico, ou seja, o fato do queijo ter sido produzido e prensado a temperatura ambiente. Os valores elevados quanto às contagens iniciais de micro-organismos bolores e leveduras e bactérias aeróbias mesófilas se deram possivelmente pelo processo de abuso térmico aplicado ao queijo durante a fabricação das peças, fator que favorece o crescimento de micro-organismos (GORRASI et al., 2016). Esta etapa é de suma importância para avaliar as possíveis propriedades antifúngicas e

antimicrobianas de tratamentos que sejam aplicados aos alimentos, pois é através da proliferação de micro-organismos que se pode observar o comportamento de possíveis substâncias capazes de impedir ou conter o desenvolvimento de micro-organismos.

Inicialmente as contagens ao dia 0 de bolores e leveduras foram em média de  $6,8 \log_{10}\text{UFC.g}^{-1}$ . Após nove dias de armazenamento refrigerado, pôde-se observar um aumento gradual no desenvolvimento destes micro-organismos, com valores que variaram entre 10,5 a  $10,8 \log_{10}\text{UFC.g}^{-1}$  (Gráfico 6A). Resultados parcialmente similares foram encontrados em pesquisa realizada por Silva et al. (2015) quando inspecionou a qualidade microbiológica de queijos, apresentando valores parciais de aproximadamente  $6,38 \log_{10}\text{UFC.g}^{-1}$ .

Bactérias aeróbias mesófilas apresentou um crescimento médio de  $6,94 \log_{10}\text{UFC.g}^{-1}$  ao dia 0 do experimento, onde ao final de nove dias de armazenamento sob refrigeração observou-se um aumento para valores entre 10,3 e  $10,6 \log_{10}\text{UFC.g}^{-1}$ , sendo valores estatisticamente semelhantes. O estudo de bactérias aeróbias mesófilas permite prever o a qualidade do queijo de coalho, uma vez que a grande quantidade de bactérias mesófilas pode estar associada à diminuição da vida útil do produto (PERRY, 2004).

A legislação sanitária vigente para os aspectos qualitativos de queijo de coalho (BRASIL, 2001) não estipula valores referentes à quantidade permitida de bolores e leveduras e bactérias aeróbias mesófilas, porém é interessante investigar a presença destes micro-organismos, uma vez que a alta carga microbiana pode se tornar um indicativo da qualidade do alimento, influenciando também outros parâmetros qualitativos, como odor, sabor e textura.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A caracterização dos diferentes filmes de alginato de sódio apresentou resultados significativos entre as variáveis analisadas, exceto para o parâmetro de luminosidade., mostrando a importância deste processo para a melhoria das propriedades funcionais dos filmes. Resultados da luminosidade das coberturas comestíveis mostraram-se satisfatórios para a diminuição da incidência da luz no queijo coalho, fator que pode contribuir para o aumento da vida de prateleira do alimento. Bolores e leveduras e bactérias mesófilas não foram afetados pela aplicação das coberturas comestíveis de alginato de sódio, sendo necessário desenvolver futuros estudos que possam melhorar essa funcionalidade com possíveis substâncias antimicrobianas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APHA – AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. Washington, 1998, 824 p.

ASSUNÇÃO, M. V. A.; ANDRADE, J. A. S.; DOS SANTOS, T. T.; LIMA, J. S.; TALMA, S. V.; MACHADO, A. C. L.O; BARBOSA, J. B.. Elaboração e avaliação físico-química de queijo coalho condimentado artesanal no sertão sergipano. **Interfaces Científicas - Saúde e Ambiente**, Aracaju, v. 7, n.1, p. 79 – 86, 2018.

AZARAKHSH, N.; OSMAN, A.; GHAZALI, H. M.; TAN, C. P.; ADZAHAN, N. M. Lemongrass essential oil incorporated into alginate-based edible coating for shelf-life extension and quality retention of fresh-cut pineapple. **Postharvest Biology and Technology**, v. 88, p. 1-7, 2014.

BRASIL. Instrução Normativa nº 30, de 26 de junho de 2001. **Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualidade de Manteiga da Terra ou Manteiga de Garrafa, Queijo de Coalho e Queijo de Manteiga**. Diário Oficial da União, Brasília - DF, 16 de julho de 2001.

BRASIL. *Instrução Normativa nº 62, de 26 de agosto de 2003. Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água*. Diário Oficial da União, Brasília – DF, 18 de setembro de 2003.

BRASIL, Instrução Normativa Nº 76, de 26 de novembro de 2018. **Dispõe dos Regulamentos Técnicos que fixam a identidade e as características de qualidade do leite cru refrigerado, leite pasteurizado e o leite pasteurizado tipo A**. Diário Oficial da União, Brasília – DF, 30 de novembro de 2018.

CERQUEIRA, M. A. et al. Functional polysaccharides as edible coatings for cheese. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 57, n. 4, p. 1456–1462, 2009.

COKER, C. E. H.; POSADAS, B.; SCHILLING, W. Sensory Evaluation Studies Provide Growers with Market Insight. **Acta Horticulturae**, n. 1090, p. 25-28, 2015.

COSTA, T. L. E. et al. Avaliação de coberturas comestíveis compostas por quitosana e argila no revestimento em tomates sob refrigeração pelo método dipping. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 5, p. 12-19, 2012.

DONG, Z.; WANG, Q.; DU, Y. Alginate/gelation blend films and their properties for drug controlled release. **Journal of Membrane Science**, v. 280, p. 37- 44, 2006.

EVANGELISTA-BARRETO, N. S.; SANTOS, G. C. F.; SOUZA, J. S.; BERNARDES, F. S.; SILVA, I. P.. Queijos artesanais como veículo de contaminação de *Escherichia coli* e estafilococos coagulase positiva resistentes a antimicrobianos. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v.10, n.1, p. 55 – 67, 2016.

GARCÍA-FIGUEROA, A.G.; AYALA-APONTE, A.; SÁNCHEZ-TAMAYO, M.I. 20. Efecto de recubrimientos comestibles de Aloe vera y alginato de sodio sobre la calidad poscosecha de fresa. *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, v. 22, n. 2, p. 1-8, 2019. <http://doi.org/10.31910/rudca>.

GORRASI, G.; TAMMARO, L.; BUGATTI, V.; VERTUCCIO, L.. Active coating for storage of Mozzarella cheese packaged under thermal abuse. **Food Control**, v. 64, p. 10–16, 2016. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.12.002>.

GRANATO, D.; MASSON, M. L. Instrumental color and sensory acceptance of soy-based emulsions:a response surface approach. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 4, p. 1090-1096, 2010.

HAMEDI, H.; KARGOZARI, M.; SHOTORBANI, P. M.; MOGADAM, N. B.; FAHIMDANESH, M.. A novel bioactive edible coating based on sodium alginate and galbanum gum incorporated with essential oil of *Ziziphora persica*: The antioxidant and antimicrobial activity, and application in food model. **Food Hydrocolloids**, v. 72, p. 35-46, 2017.

IGARASHI, M. C. **Desenvolvimento de filme comestível à base de alginato incorporado do agente antimicrobiano óleo essencial de cravo**: aplicação em alimento. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, São Paulo, 2010.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análises de alimentos**. 4ª ed. (1ª Edição digital), 2008. 1020 p.

MADIGAN, M. T.; MARTINKO, J. M.; DUNLAP, P. V.; CLARK, D. P. **Microbiologia de Brock**. 12. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

- MEDEIROS JÚNIOR, F. de C.; PEREIRA, I. C.; MIRANDA JÚNIOR, R. N. C.; OLIVEIRA, R. E. S.; SANTOS, E. P.. Consumer profile of Coalho Cheese in the State of Paraíba. **Research, Society and Development**, v. 8, n. 5, p. 1-17, 2019. DOI: 10.33448/rsd-v8i5.1007. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/1007>. Acesso em: 21 sep. 2020.
- MÜLLER, J. M.; SANTOS, R. L.; BRIGUDO, R. V. Produção de alginato por microrganismos. **Revista Polímeros**, v. 21, n. 4, p. 305-310, 2011.
- NASSU, R. T.; MACEDO, B. A.; LIMA, M. H. P. Queijo de Coalho. Coleção Agroindústria Familiar. **EMBRAPA**, Informação Tecnológica, v. 1, 2006.
- OLIVEIRA, K. A. M.; RIBEIRO, L. S.; OLIVEIRA, G.V.; VIDIGAL, M. C. T. R. Goat milk frozen yogurt cajá (*Spondias mombin* L.) flavor: development and sensory acceptance of exotic food. **Current Nutrition & Food Science**, v. 12, p. 105 -112, 2016.
- OLIVEIRA, E. N. A.; SANTOS, D. C.; ALMEIDA, F. L. C.; FEITOSA, R. M.. Caracterização de queijos artesanais comercializados em municípios do Ceará. **E-xacta**, v. 11, n. 2, p. 55-62, 2018. doi: 10.18674/exacta.v11i2.2493.
- OMBARAK, A. R.; SAAD, M. A.; ELBAGORY, A. M.. **Alexandria Journal of Veterinary Sciences**, v. 63, n. 2, p. 97-103, 2019.
- PARREIDT, T. S.; SCHOTT, M.; SCHMID, M.; MÜLLER, K.. Effect of Presence and Concentration of Plasticizers, Vegetable Oils, and Surfactants on the Properties of Sodium-Alginate-Based Edible Coatings. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 19, n. 3, p. 742, 2018.
- PERRY, K. S. P. Queijos: aspectos químicos, bioquímicos e microbiológicos. **Química Nova**, v.27, p. 293- 300, 2004.
- PREEDY, V. R. Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety. **Elsevier**, 2016.
- ROCHA, G. O.; FARIAS, M. G.; CARVALHO, C. W. P.; ASCHERI, J. L. R.; GALDEANO, M. C. Filmes Compostos Biodegradáveis a Base de Amido de Mandioca e Proteína de Soja. **Polímeros**, v. 24, n. 5, p. 587-595, 2014.

SALAMA, H. E.; AZIZ, M. S. A.; ALSEHLI, M.. Carboxymethyl cellulose/sodium alginate/chitosan biguanidine hydrochloride ternary system for edible coatings.

**International Journal of Biological Macromolecules**, v. 139, 15, p. 614-620, 2019.

SANTOS, B. M.; OLIVEIRA, M. E. G.; SOUSA, Y. R. F.; MADUREIRA, A. R. M. F. M.; PINTADO, M. M. E.; GOMES, A. M. P.; SOUZA, E. L.; QUEIROGA, R. C. R. E..

Caracterização físico-química e sensorial de queijo de coalho produzido com mistura de leite de cabra e de leite de vaca. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 70, n. 3, p. 302-10, 2011.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A.; TANIWAKI, M. H.; SANTOS, R. F. S.; GOMES, R. A. R. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos e água**. 4ª Edição, Varela, São Paulo, 2010.

SILVA, F.; DA SILVA, G.; TONIAL, I. B.; CASTRO-CISLAGHI, F. P.. Qualidade microbiológica e físico-química de queijos coloniais com e sem inspeção, comercializados no sudoeste do Paraná. **Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos (CEPPA)**, v. 33, n. 2, p. 31-42, 2015.

SILVA, B. P. P.; OLIVEIRA, R. W. S.; SOUSA, I. B.; GOMES, P. R. B.; SANTOS, S. J. L.; LOUZEIRO, H. C.; MELO, A. V.; REIS, J. B.; LIMA, H. S.; SILVA, E. F.; FONTENELE, M. A.; DE PAULA, M. L.; MOUCHREK FILHO, V. E.. Composição nutricional de queijo coalho vendido em feiras livres de São Luís – MA. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n.6, p. 34043-34053, 2020. DOI:10.34117/bjdv6n6-088.

SILVA, N. M.; SANDRE, M. F. B.; SOUZA D. G.; FERREIRA, S. V.; GONÇALVES E SILVA, J. A.; MESQUITA, A. A.; EGEA, M. B. DA SILVA, M. A. P.. Adição de extrato de casca de jaboticaba no desenvolvimento de embalagem inteligente para queijo prato.

**Brazilian Journal of Development**, v. 6, n.4, p.19512-19532, 2020. ISSN 2525-8761

SOUSA, A. Z. B.; ABRANTES, M. R.; SAKAMOTO, S. M.; DA SILVA, J. B. A.; LIMA, P. O.; LIMA, R. N.; ROCHA, M. O. C.; PASSOS, Y. D. B. Aspectos físico-químicos e microbiológicos do queijo tipo coalho comercializado em estados do nordeste do Brasil.

**Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.81, n.1, p. 30-35, 2014.

SONAR, C. R.; AL-GHAMDI, S.; MARTI, F.; TANG, J.; SABLANI, S. S.. Performance evaluation of biobased/biodegradable films for in-package thermal pasteurization. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 66, p. 1-11, 2020.

TAVARES, F. O.; PIERETTI, G. G.; ANTIGO, J. L.; POZZA, M. S. S.; SCAPIN, M. R. S.; MADRONA, G. S. Cobertura comestível adicionada de óleos essenciais de orégano e alecrim para uso em ricota. **Revista Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 69, n. 4, p. 249-257, 2014.

TURBIANI, F. R. B.; KIECKBUSCH, T. G.; GIMENES, M. L.. Liberação de benzoato de cálcio de filmes de alginato de sódio reticulados com íons cálcio. **Polímeros**, v. 21, n. 3, p. 175-181, 2011. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S010414282011000300004&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010414282011000300004&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em 23 Set. 2020. <https://doi.org/10.1590/S0104-14282011005000034>.

YOUSSEF, A. M.; EL-SAYED S. M.; EL-SAYED, H. S.; SALAMA H. H.; ASSEM, F. M.; EL-SALAM, M. H. A.. Novel bionanocomposite materials used for packaging skimmed milk acid coagulated cheese (Karish). **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 115, p. 1002–1011, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.04.165>.

ZACTITI, E. M.; KIECKBUSCH, T. G. Processo de produção de filmes plásticos ativos biodegradáveis de alginato de cálcio de baixa solubilidade. **Pedido de Privilégio de Patente. INPI, Prot. 01850064015 - 12/2005**.

ZAVAREZE, E. R.; HALAL, S. L. M.; TELLES, A. C.; PRENTICE-HERNÁNDEZ, C. Filmes biodegradáveis à base de proteínas miofibrilares de pescado. **Brazilian Journal of Food Technology**, IV SSA, p. 53-57, 2012.

ZHU, D., GUO, R., LI, W.; SONG, J.; CHENG, F.. Improved Postharvest Preservation Effects of Pholiota nameko Mushroom by Sodium Alginate–Based Edible Composite Coating. **Food and Bioprocess Technology**, v. 12, p. 587–598, 2019. <https://doi-org.ez13.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s11947-019-2235-5>.

### **3. CONCLUSÕES GERAIS**

O desenvolvimento de coberturas comestíveis de alginato de sódio para a conservação de queijo coalho se mostrou uma alternativa promissora para a conservação deste produto, visto que resultados obtidos através da caracterização dos filmes, bem como da aplicação das diferentes formulações no queijo coalho, apresentou parâmetros satisfatórias quanto à conservação deste alimento. São necessários estudos futuros com novas formulações para que se obtenha melhores propriedades funcionais, propriedades estas atribuídas ao próprio filme como também melhoria dos parâmetros associados à conservação do queijo coalho.

## REFERÊNCIAS

- ABIQ. **Associação Brasileira das Indústrias de Queijo**. 2019. Disponível em: < [https://www.abiq.com.br/queijos.asp?PaginaAtual=1&codigo\\_categoria=16&codigo\\_subcategoria=37](https://www.abiq.com.br/queijos.asp?PaginaAtual=1&codigo_categoria=16&codigo_subcategoria=37) >. Acesso em: 28 dez. 2020.
- AMORIM, D. P. L. Bioplásticos: dos benefícios sustentáveis à ascensão da produção. **Revista Metropolitana de Sustentabilidade**, v. 9, n. 1, p. 85, jun. 2019. ISSN 2318-3233. Disponível em: <<http://revistaseletronicas.fmu.br/index.php/rms/article/view/1627>>. Acesso em: 20 set. 2020.
- ANDRADE JÚNIOR, F. P.; LIMA, B. T. M.; ALVES, T. W. B.; MENEZES, M. E. S.. Fatores que propiciam o desenvolvimento de *Staphylococcus aureus* em alimentos e riscos atrelados a contaminação: uma breve revisão. **Revista de Ciências Médicas e Biológicas**, v. 18, n. 1, p. 89-93, 2019. <http://dx.doi.org/10.9771/cmbio.v18i1.25215>.
- ARAÚJO, J. B. C; PIMENTEL, J. C. M. Produção de queijo coalho artesanal: passo a passo. **Embrapa**, 2017. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/agroindustria-tropical/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1080129/producao-de-queijo-coalho-artesanal-passo-a-passo> >. Acesso em: 26 dez. 2020.
- BARROS, D. M.; MACHADO, E. C. L.; MOURA, D. F.; FONTE, R. A. B.; FERREIRA, S. A. O.; BEZERRA, R. S. Aspectos do queijo de coalho com ênfase na importância das Boas Práticas de Fabricação no sistema de produção. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 1, p. 67-93, 2019.
- BERBARI, S. A. G.; PRATI, P.; FREITAS, D. G. C.; VICENTE, E.; ORMENESE, R. C. S. C.; FAKHOURI, F. M. Utilização de coberturas comestíveis para redução de absorção de gordura em produtos estruturados pré-fritos congelados de mandioca. **Brazilian Journal of Food Technology**, 2011, v. 14, n.3 p.172-180, 2011. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1981-67232011000300002&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1981-67232011000300002&lng=en&nrm=iso)>. ISSN 1981-6723. <http://dx.doi.org/10.4260/BJFT2011140300022>.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. RDC n° 91. **Critérios Gerais e Classificação de Materiais para Embalagens e Equipamentos em Contato com Alimentos**. Brasília, Distrito Federal, 2001.

BITENCOURT C. M. **Desenvolvimento e aplicação de filmes à base de gelatina aditivados com extrato etanólico de cúrcuma (Curcuma longa L.)**. 2013. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo, Pirassununga, São Paulo, 2013.

CARISSIMI, M. **Desenvolvimento e aplicação de filmes biodegradáveis a partir de amido de mandioca e microalga verde**. 2017. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

CEMPRE - COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA RECICLAGEM. **Plásticos**.

Disponível em: < <http://cempre.org.br/artigo-publicacao/ficha-tecnica/id/4/plasticos> >. Acesso em 10 de maio de 2019.

DE PAULA, J. C. J.; CARVALHO, A. F.; FURTADO, M. M. Basic principles of cheese production: from historical to salting. **Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes**, v. 64, n. 367-368, p. 19-25, 2009.

FERREIRA, D.; SILVA, P.; MADEIRA, T. F.. Embalagens verdes: conceitos, materiais e aplicações. **American Journal of Entrepreneurship and Innovation**, v. 1, n. 2, p. 28-39, 2019.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos alimentos**. São Paulo: Editora Atheneu, 2008.

FREITAS FILHO, J. R.; SOUZA FILHO, J. S.; OLIVEIRA, H. B.; ANGELO, J. H. B.; BEZERRA, J. D. C. Avaliação da qualidade de queijo coalho artesanal fabricado em Jucati-PE. **EXTENSIO - Revista Eletrônica de Extensão**, Santa Catarina, v. 6, n. 8, p. 35-49, 2009.

FREITAS, W. C., TRAVASSOS, E. R. A.; MACIEL, J. F. Avaliação microbiológica e físico-química de leite cru e queijo de coalho produzido no Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Produtos Agroindústria**, v. 15, n. 1, p. 35-42, 2013.

GEORGE, M.; ABRAHAM, T. E. Polyionic hydrocolloids for the intestinal delivery of protein drugs: Alginate and chitosan – a review. **Journal of Controlled Release**, v. 114, p. 1-14, 2006.

GÓMEZ, E. F.; MICHEL JR, F. C. Biodegradability of conventional and bio-based plastics and natural fiber composites during composting, anaerobic digestion and longterm soil incubation. **Polymer Degradation and Stability**, v. 98, n. 12, p. 2583–2591, 2013.

IGARASHI, M. C. **Desenvolvimento de filme comestível à base de alginato incorporado do agente antimicrobiano óleo essencial de cravo: aplicação em alimento**. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, São Paulo, 2010.

KAFRANI, E. T.; SHEKARCHIZADEH, H; BEHABADI M.M. Development of edible films and coatings from alginates and carrageenans. **Carbohydrate Polymers**, v. 137, p.360-74, 2016.

LIMA, A. M. F.; ANDREANI, L.; SOLDI, V. Influência da adição de plastificante e do processo de reticulação na morfologia, absorção de água e propriedades mecânicas de filmes de alginato de sódio. **Química Nova**, v. 30, n. 4, p. 832-837, 2007.

MADIGAN, M. T.; MARTINKO, J. M.; DUNLAP, P. V.; CLARK, D. P. **Microbiologia de Brock**. 12. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

MALAJOVICH, M. A. **Biotecnologia 2011**. Rio de Janeiro, Edições da Biblioteca Max Feffer do Instituto de Tecnologia ORT, 2012.

MEDEIROS JÚNIOR, F. C.; PEREIRA, I. C.; MIRANDA JUNIOR, R. N. C.; OLIVEIRA, R. E. S. Consumer profile of Coalho Cheese in the State of Paraíba. **Research, Society and Development.**, v. 8, n. 5, p. 1-17, 2019.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. Coordenação Geral de Doenças Transmissíveis. **Surtos de Doenças Transmitidas por Alimentos no Brasil Informe 2018**. Disponível em: <<http://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2019/fevereiro/15/Apresenta----o-Surtos-DTA---Fevereiro-2019.pdf>>. Acesso em: 21 dez. 2020.

- MORETTO, E.; FETT, R.; GONZAGA, L. V.; KUSKOSKI, E. M. **Introdução à ciência de alimentos**. 2nd ed. Florianópolis: Editora UFSC, 2008.
- MULINARI, E. L.; ROSOLEN, M. D.; ADAMI, F. S. Avaliação da qualidade microbiológica de leite pasteurizado produzido no rio grande do sul. **Caderno pedagógico**, v. 14, n. 1, p. 28-35, 2017.
- MÜLLER, J. M.; SANTOS, R. L.; BRIGUDO, R. V. Produção de alginato por microrganismos. **Revista Polímeros**, v. 21, n. 4, p. 305-310, 2011.
- NASSU, R. T.; MACEDO, B. A.; LIMA, M. H. P. Queijo de Coalho. Coleção Agroindústria Familiar. **EMBRAPA**, Informação Tecnológica, v. 1, 2006.
- OLIVEIRA, G. S.; COSTA, N. A.; PINTO, C. M. F.; PINTO, C. L. O.; DONZELES, S. M. F.; MARTINS, E. M. F. Avaliação de coberturas comestíveis para conservação de pimentabiquinho (*Capsicum chinense* jacq.). **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v.8, n.4, p.19-29, 2018.
- ORDÓÑEZ, J. A. et al. **Tecnologia de alimentos**. Porto Alegre: Artmed, 2005.
- PAGANI, A. A. C.; SANTANA, M. M.; ALEXANDRE, A. P. S.; SILVA, E. A.; SILVA, G. F. Aplicação de biopelículas pigmentadas em queijo coalho. **Revista Geintec**, v. 3, n. 1, p. 41-47, 2012.
- QUEIROGA, R. C. R. E., MELO-SANTO, B., PEREIRA-GOMES, A. M., MONTEIRO, M. J., TEIXEIRA, S. M., SOUZA, E. L.; ESTEVEZ-PINTADO, M. Nutritional, textural and sensory properties of Coalho cheese made of goats', cows' milk and their mixture. **LWT - Food Science and Technology**, n. 50, p. 538–544, 2013.
- RINAUDO, M. Main properties and current applications of some polysaccharides as biomaterials. **Polymer International**, v. 57, p. 397–430, 2008.
- SANTANA, R. F.; SANTOS, D. M.; MARTINEZ, A. C. C.; LIMA, Á. S. Qualidade microbiológica de queijo-coalho comercializado em Aracaju, SE. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, n. 6, p.1 517-1522, 2008.

SANTOS, N. S.; MORILLA, D. P.; SOUSA, J. S.; FREITAS, A. J. D.; FREITAS, J. D.; FREITAS, M. L.. Evaluation of the microbiological quality of rennet-type cheeses commercialized in Maceió-AL. **Brazilian Journal of Development**, v. 5, n. 7, p. 9271-9281, 2019. ISSN 2525-8761.

SANTOS, N. C.; ALMEIDA, R. L. J.; PEREIRA, T. dos S.; SILVA, V. M. de A.; RIBEIRO, V. H. de A.; SILVA, L. R. I. da; EDUARDO, R. da S.; SILVA, G. M. da; MOREIRA, F. I. N.; MONTEIRO, Y. G. Instrumental texture profile and microbiological evaluation of coalho cheese marketed in free fairs. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 9, n. 5, p. e129953143, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i5.3143. Disponível em: <https://www.rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/3143>. Acesso em: 4 out. 2020.

SHIGEMATSU, E.; RODRIGUES, H.; ARAÚJO, S. K.; MAGALHÃES, R. L. Estudo da vida útil de uvas minimamente processadas com cobertura à base de cera de abelha e alginato de sódio. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 12, n. 2: p. 2663-2682, jul./dez. 2018.

SILVA, F. R.; SANTANA, C. M.; MELO, W. F.; TALABERA, G. G.; SARMENTO, W. E.; SOBRINHO, W. S.; DE SÁ, J. A.; MACHADO, A. V. Conservação e controle de qualidade de queijos: Revisão. **PUBVET**, v. 11, n. 4, p. 333-341, 2017.

SILVA, N. M. **Adição de extrato de casca de jaboticaba e soro de leite no desenvolvimento de embalagem inteligente para queijo prato**. Dissertação (Mestrado) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Rio Verde, 2018.

SOUSA, A. Z. B.; ABRANTES, M. R.; SAKAMOTO, S. M.; DA SILVA, J. B. A.; LIMA, P. O.; LIMA, R. N.; ROCHA, M. O. C.; PASSOS, Y. D. B. Aspectos físico-químicos e microbiológicos do queijo tipo coalho comercializado em estados do nordeste do Brasil. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v.81, n.1, p. 30-35, 2014.

TURBIANI, F. R. B.; KIECKBUSCH, T. G.; GIMENES, M. L.. Liberação de benzoato de cálcio de filmes de alginato de sódio reticulados com íons cálcio. **Polímeros**, v. 21, n. 3, p. 175-181, 2011. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S010414282011000300004&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S010414282011000300004&lng=en&nrm=iso). Acesso em: 23 Set. 2020. <https://doi.org/10.1590/S0104-14282011005000034>.

VARGAS, M. et al. Recent advances in edible coatings for fresh and minimally processed fruits. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 48, n. 6, p. 496–511, 2008.

VAZ, J. M. **Preparação e caracterização de biofilmes ativos à base de alginato de diferentes estruturas poliméricas reticulados com cálcio**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Química, Campinas, 2012.